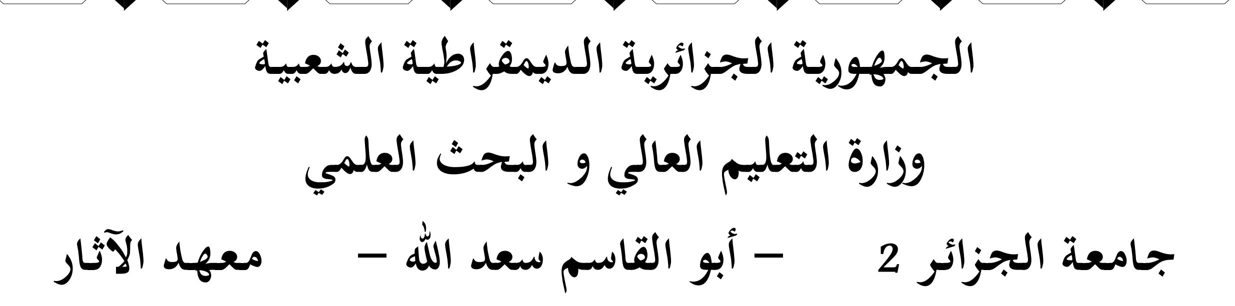


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة الجزائر 2 – أبو القاسم سعد الله – معهد الآثار

أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه علوم في آثار ما قبل التاريخ

طرق تعدين النحاس و سبائكه من خلال دراسة عينات متحفي الباردو (الجزائر العاصمة) وسيرتا (قسنطينة)



من تقديم الطالبة:

عياتي خوخة

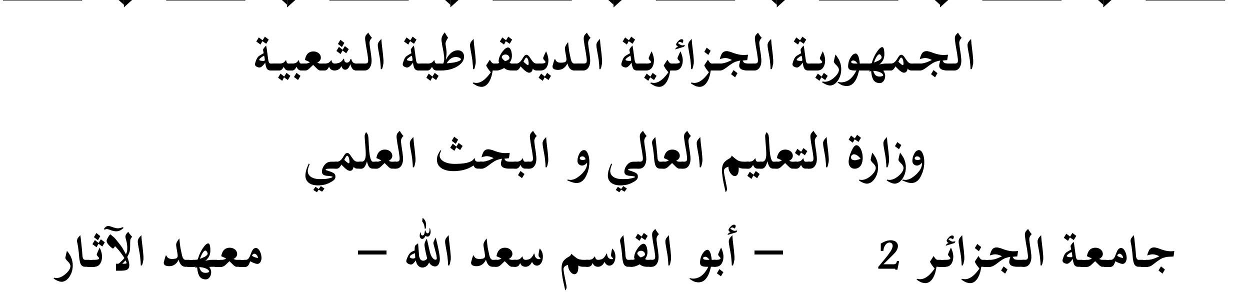
تحت إشراف:

أ. د. عمر قلماوي

المقرر الثاني:

د. أعمر جعدون

السنة الجامعية: 2015 / 2016


الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

جامعة الجزائر 2 – أبو القاسم سعد الله – معهد الآثار

أطروحة لنيل شهادة الدكتوراه علوم في آثار ما قبل التاريخ

طرق تعدين النحاس و سبائكه من خلال دراسة عينات متحفي الباردو (الجزائر العاصمة) وسيرتا (قسنطينة)

إعداد الطالبة: عياتي خوخة

أعضاء اللجنة:

الدكتور عبد القادر دراجي	جامعة الجزائر 2	رئيسا
الاستاذ الدكتور عمر قلماوي	جامعة الجزائر 2	مقررا أول
الدكتور أعمر جعدون	جامعة هواري بو مدين	مقرر ثاني
الأستاذ الدكتور طارق ساحد	جامعة الجزائر 2	عضوا
الأستاذ الدكتور مسعود حميان	جامعة بومرداس	عضوا
الدكتور جمال ميرود	جامعة هواري بو مدين	عضوا

السنة الجامعية: 2015 / 2016

الإهـــداء

أهدي عملي هذا:

إلى روح أبي الطاهرة رحمة الله عليه

إلى أمي الحبيبة أطال الله في عمرها

إلى زوجي العزيز حكيم الذي وقف بجانبي و ساعدني طوال هذا العمل

إلى أولادي مهدي و دايا حفظهم الله

إلى إخوتي و أخواتي الذين و قفوا إلى جانبي في كل مراحل حياتي الدراسية

إلى عائلتي الثانية و الغالية و أخص بالذكر خالتي الزهرة و كل افراد العائلة.

إلى روح حملاوي الطاهرة و المحبوب يونس ساحد و الأستاذة غطاس عائشة رحمهم الله

إلى هؤلاء جميعا أهدي عملي المتواضع هذا.

كلمــــة الشكـــــر

- أتقدم بجزيل الشكر إلى الأستاذ الدكتور قلماوي عمر الذي أشرف على إنجاز هذا العمل وقدم لي كل المساعدات و التوجيهات القيمة.
- الشكر الجزيل إلى الأستاذ المشرف المساعد جعدون أعمر على توجيهاته و حرصه لإتمام هذا العمل
- كما أتوجه بالشكر إلى السادة أعضاء لجنة المناقشة، الدكتور دراجي، الأستاذ الدكتور ساحد و الأستاذ الدكتور حميان، و الدكتور ميرود لقبولهم مناقشة هذه الرسالة.
- الشكر الجزيل إلى الدكتور ميرود لما منحه لي من وقت و لم يبخل علي بالمعلومات القيمة خلال الدراسة التطبيقية، و أشكر الدكتور تربيا من معهد علوم المواد بجامعة باب الزوار، والسيدان كريم و شنيتي من مخبر مركز البحث في التلحيم و المراقبة بالشراقة، و الأستاذ الدكتور عزام من كلية علوم المواد بجامعة تيزيوزو على مساعدتي في القيام بالتحاليل المخبرية، دون أن انسى نذير، و الدكتور و الدكتورة فاقي، و السيدة نجوة، من معهد علوم المواد بجامعة باب الزوار الذين ساهموا و سهلوا في انجاح هذا العمل.
- كما أتقدم بشكري الخالص للدكتور بونوا ميل (B. Mille) من مخبر مركز البحث والترميم لمتاحف فرنسا(C2RMF) بالقيام بالتحاليل الكيميائية و تكفله بتصحيح الجانب التطبيقي.
- أقدم كذلك شكري الجزيل للأستاذ الدكتور بوطالب من معهد علوم الأرض بجامعة باب الزوار الذي لم يبخل علي بمعلوماته القيمة و خبرته كلما توجهت إليه.
- أشكر كذلك محند صغير أبركان من متحف الباردو، و نجمة من متحف زبانة، و عاشور من OGBC على مساعدتهم القيمة.
- اتقدم كذلك بالشكر و العرفان لأساتذة معهد الآثار و أخص بالذكر الاستاذ الدكتور بويحياوي، و الأستاذة الدكتورة نورة بن بلة، و الدكتور لزهر و الدكتور رميلي من قسم التاريخ على مساعدتهم و حسن توجيهاتهم.
- إلى أصدقاء الإخلاص و الوفاء الذين ساهموا في إنجاح هذا البحث خاصة عيشة حنفي و هجيرة تيمليكشت و جهيدة ممنتل، دون أن انسى الأستاذة الدكتورة نشار، و الدكتورة عمروس، و الزميلة فريدة أوزاني و رومان كمينة
- أوجه كذلك إمتناني لمومن و نبنة حميش و فتيحة فرجوخ لمساعدتهم المعنوية و المادية.
- كما لا أنسى الزملاء و الزميلات معهد الآثار و أخص بالذكر عمال المكتبة.

مقدمة

مقدمة

يعد التعدين من بين أهم الأنشطة التي مارسها الإنسان، حيث أثبتت الدراسات الأثرية أن البوادر الأولى لاستعمال المعدن ترجع إلى العصر النيوليتي، و قد تم استغلاله في الأزمنة البدائية بصفة بطيئة، و هذا لاختلاف المعدن عن المواد الأولية التي تعوّد على استعمالها كالصوان و العظام من جهة، و صعوبة التحكم في النار و في تقنيات التعدين من جهة أخرى.

و من أولى المعادن التي استغلها الإنسان، هو النحاس، و ربما حدث ذلك إثر بحثه المعتاد عن المواد الأولية الضرورية في حياته اليومية، و ما جلب انتباهه لهذا المعدن، هما اللون و البريق، اللذان يميزانه عن المواد التي اعتاد عليها.

و عندما حاول الإنسان طرق هذه المادة مثلما كان يفعله بالحجارة، لاحظ أنها لا تتكسر و إنما تتشوه، مما أدى به إلى اكتشاف المميزات الميكانيكية الأولى للنحاس، و التي سمحت بتشكيل أدوات صغيرة كالدبابيس، و السنارات، و المخارز، وهي أكثر صلابة من العظام التي استعملت من قبل لصناعة مثل هذه الأدوات.

فتشكيل النحاس عن طريق الطرق، لم يكن ممكنا إلا باستعمال فلزات نحاسية بسيطة مثل النحاس الخام، و الأكاسيد، و الكربونات النحاسية. و حينما أدرك الإنسان أن هذا المعدن يكتسب ليونة أكثر عند تسخينه، سهل عليه عملية تشكيل أدواته، و تنويعها، و مكنه شيئا فشيئا، من اكتشاف التعدين الحقيقي المتمثل في تسخين المعدن إلى درجة حرارة عالية ليتحول إلى مادة سائلة تصب في القوالب، و هو الأمر الذي فتح المجال لاستعمال فلزات أخرى مركبة أكثر انتشارا في الطبيعة.

اقتصرت هذه المادة في البداية، على صناعة أدوات الزينة، ثم تنوعت استعمالاتها لتشمل مجالات مختلفة لتلبي حاجات الإنسان بدلا من الحجارة، خاصة حينما تم اكتشاف السبائك.

يعتبر البرونز من بين أولى السبائك التي عرفها الإنسان، و هو عبارة عن مزيج من النحاس(Cu) و القصدير(Sn)، يتميز بكونه أكثر سيولة و صلابة عن النحاس، حيث يكفي مزج كمية قليلة من القصدير للحصول على سبيكة ذات نوعية جيدة. و لقد انتشر و تنوع استعمال هذه المادة في شتى المجالات، نظرا للدور الذي لعبه في تحسين المستوى المعيشي، حتى أصبح يطلق "عصر البرونز" على هذه المرحلة.

لقد كشفت الدراسات الأثرية عن انتشار هذه الصناعة في كل من الشرق الأوسط، و الشرق الأدنى، ثم أوروبا، و مع تقدم المعارف العلمية المتعلقة بعلم التعدين القديم من خلال تكريس وسائل مخبرية متخصصة، و القيام بتجارب ميدانية متنوعة، أصبح من الممكن تحديد أنواع الفلزات التي استغلها الانسان في تشكيل أدواته، و طرق استغلالها (السحق، التحميص، و غيره)، و إرجاعها في أفران خاصة، للوصول إلى إعادة بناء مختلف الطرق و التقنيات التي اتبعها الحرفي لإنجاز أدواته، و يعود الفضل في ذلك إلى المعطيات التي يمكن استنتاجها من خلال مشاهدة الهيكلة المجهرية للأدوات التي تحتفظ في ذاكرتها على هذه المعطيات.

إن غياب الدراسات المتخصصة في ميدان التعدين القديم في الجزائر، و تبعثر المخلفات المعدنية التي استخرجت من المعالم الجنائزية، و كذا تجاهل الباحثين لمسألة ظهور التعدين بالمنطقة، جعل هذا الموضوع يسوده الغموض، سواء كان ذالك من حيث المعطيات الكرونولوجية، أو من حيث الأدوات التي قد تنسب إلى عصري النحاس و البرونز. والسؤال الذي يطرح نفسه: ما نصيب شمال افريقيا و الجزائر على وجه الخصوص، من كل هذه التطورات؟ بالرغم من أن هذه الرقعة الجغرافية، عرفت هي الأخرى كل فترات التعمير خلال عصور ما قبل التاريخ، و بالتالي تكون قد سايرت نفس التطور الاجتماعي بمختلف مراحله، السائد آنذاك.

علاوة عن ذلك، لم يحض عصري النحاس و البرونز في شمال إفريقيا، باهتمام علماء الآثار، الذين ارتكزت أبحاثهم على المعالم الجنائزية، حيث تم في معظم الحالات تأريخ تلك المعالم إلى فترات حديثة، و من ثمة نفي علماء ما قبل التاريخ وجود عصري النحاس و البرونز في هذه المنطقة، و بالخصوص الجزائر، معتمدين في ذلك على ندرة الأدوات النحاسية و البرونزية. مما جعل حقبة كاملة من تاريخ شمال إفريقيا الممتدة بين العصر النيوليتي، و الفترة التاريخية، تنحصر انحصارا شبه كلي حول المخالفات الجنائزية.

و بالرغم من إصرار أولئك الباحثين في نفي معرفة المجتمعات السكانية لشمال إفريقيا لعصري النحاس و البرونز في وقت مبكر، و إرجاعهم ذلك إلى فترة قدوم الفينيقيين، الذين أشاعوا حرفة التعدين، إلا أنه في المقابل، استدرك بعض الباحثين الأمر، الذين قاموا ببعض الدراسات التي تعارض فرضية نفي وجود عصري النحاس و البرونز، كالباحث كامبس (G.Camps, 1961)، الذي أكد بالأدلة الأثرية عن وجود علاقات وطيدة بين شمال إفريقيا، و أوروبا منذ العصر النيوليتي، و هذا في الحوصلة التي قدمها حول عصر المعادن في شمال افريقيا المدرجة ضمن كتابه الموسوم بـ:

« Au Origines de la Berbérie, Monuments et Rites Funéraires Protohistoriques »

كما قام الباحث قريبينار (D. Grébénart, 1988) بمعالجة موضوع عصر المعادن بالمنطقة، في كتابه:

« Les Origines de la Métallurgie en Afrique Occidentale »

ثم يليه الباحث توفرون (M. Tauveron, 1988)، الذي قدم مدونة شاملة للأثاث المعدني بالمغرب المؤرخ بعصر الكالكوليتي و عصر البرونز، الموسومة بـ:

« Chalcolithique et Age du Bronze au Maghreb, Corpus du Mobilier Métallique ».

لهذا رأينا ضرورة المبادرة في إعادة النظر في مثل هذه المواضيع من خلال تحديد مكان حفظ الأدوات المعدنية التي تم اكتشافها في الجزائر، مدعمين ذلك بدراسة تقنية لمجموعة من القطع المعدنية القليلة المحفوظة في متحفي الباردو (الجزائر العاصمة) و سيرتا (قسنطينة)، و هذا ما استوجب الاستعانة بالوسائل العلمية التي تسمح لنا بالدرجة الأولى بتحديد طبيعة المادة المكونة لها، و أكثر من ذلك تساعدنا في معرفة طرق تشكيل الأداة، و كذا كل المعالجات التي لحقت بها، و هو ما يعرف بتاريخ المعدن.

في هذا الصدد يطرح هذا الموضوع إشكالية عن:

- أنواع المعادن و التقنيات المستعملة في تشكيل الأثاث المعدني الموجود في متحفي الباردو و سيرتا؟

كما يطرح الموضوع أسئلة فرعية تتعلق بنفي وجود عصري النحاس و البرونز في الجزائر و هي على النحو التالي:

- على أي أساس نفى بعض الباحثون، وجود عصري النحاس و البرونز بالجزائر، و إلى أي مدى يمكن أخذها بعين الاعتبار؟
- ما هي أسباب قلة الأدوات المعدنية التي تعود إلى عصري النحاس و البرونز؟
- هل هناك اختلاف بين طرق تشكيل الأدوات الموجودة في متاحفنا، مع التقنيات المستعملة في عصري النحاس و البرونز في المناطق الأخرى؟

و للإجابة عن هذه التساؤلات، رأينا من الضروري قبل التطرق إلى مختلف المراحل العملية التي عرفتها الأداة (الدراسة التقنية)، البحث أولا في مسألة عصري النحاس و البرونز في الجزائر حتى نتمكن من الإلمام بالموضوع، و عليه قسمنا بحثنا إلى قسمين، أحدهما نظري و الثاني تطبيقي.

القسم النظري يشتمل على فصلين:

- **الفصل الأول** عبارة عن دراسة نقدية للمعارف السابقة حول مسألة نفي وجود عصري النحاس و البرونز بالجزائر، مبرزين في ذلك أهم المعايير التي اعتمد عليها الباحثون لتبرير هذا النفي، خاصة منها تلك المتعلقة بإنساب المعالم الجنائزية إلى العصور التاريخية، و كذا بندرة الأدوات النحاسية و البرونزية.

كما حاولنا القيام بدراسة إحصائية للأدوات النحاسية و البرونزية، معتمدين في ذلك على المنشورات المتعلقة بالحفريات المتوفرة، سواء تلك التي حدد فيها الباحثون المكان الذي تحفظ فيه هذه الأدوات، أو المجهول مكان حفظها.

و نهدف من خلال هذه العملية الإحصائية التي قمنا بإنجازها، إلى محاولة رصد إحصاء شامل لكل الأدوات الواردة في المنشورات، خاصة تلك التي حدد فيها الباحثون مكان حفظها، سواء كانت في المتاحف الوطنية أو الأجنبية، و مقارنتها مع تلك الموجودة فعلا في هذه المتاحف، مما استوجب علينا التنقل إلى البعض منها، و إجراء اتصالات مع تلك التي تعذر علينا التنقل إليها، حتى يتسنى لنا التأكد من صحة وجودها، و بالتالي ضبط تعداد الأدوات النحاسية و البرونزية المحفوظة حاليا في المتاحف.

و لقد سمح لنا هذا التحقيق الميداني بالإجابة على بعض التساؤلات، خاصة تلك المتعلقة بأسباب فقر الجزائر للأدوات النحاسية و البرونزية، التي استعملت كدليل رئيسي لنفي وجود عصري النحاس و البرونز في الجزائر.

- **أما الفصل الثاني،** فقد تطرقنا فيه إلى كل ما يتعلق بمعدن النحاس و سبائكه مع إبراز أهم خصائصه، التي كانت السبب في تخلي الانسان عن الحجارة التي رافقته لسنوات عديدة، و كذا طرق تشكيلها.

الهدف من خلال هذا الفصل، هو تقديم بعض المفاهيم الأساسية المتعلقة بالنحاس و سبائكه، و المرتبطة بالدراسة المخبرية للعينات، حتى يتمكن القارئ من استيعاب مضمون هذه الدراسة.

أما القسم الثاني من الدراسة، فقد تعلق بالجانب التطبيقي، إذ خصص للدراسة المخبرية التي تمت في عدد من المخابر الوطنية (مخبري علم المواد و علوم الأرض بجامعة هواري بو مدين بباب الزوار، مخبر مركز البحث في التلحيم و المراقبة بالشراقة، مخبر علم المواد بجامعة مولود معمري بتيزي وزو)، و المخابر الأجنبية (مخبر مركز البحث لمتاحف فرنسا (Centre de Recherche des Musées de France)، و ذلك تبعا لمتطلبات البحث و طبيعة التحاليل. و اقتضت الدراسة التحليلية إتباع الخطوات التالية:

1. تحديد مصدر العينات التي أجريت عليها مختلف التجارب.

2. دراسة التركيبة الكيميائية للعينات: تم عرض نتائج التركيبة الكيميائية التي أجريناها في مخبر مركز البحث لمتاحف فرنسا بباريس، بحضور مختص في التعدين القديم، و لقد رأينا أنه من الضروري إجراء هذه التحاليل في مخبر مختص في التعدين القديم، ذلك لأن مصداقية التجارب الموالية، خاصة تلك الرامية إلى الكشف عن تقنيات التصنيع، تتوقف أساسا على صحة نتائج التركيبة الكيميائية المحصل عليها.

3. الدراسة الميتالوغرافية للعينات: تعتبر الوسيلة الناجعة قصد التعرف على "تاريخ المعدن"، بمعنى تحديد:

- إذا ما صنعت القطعة عن طريق القولبة أم عن طريق التشويه الميكانيكي (الطرق) أو التلدين (تسخين).
- التعرف على التغيرات الحرارية التي تعرضت إليها القطعة.

– تحديد نوع الأكسدة و طبيعتها، مع الكشف عن المعدن المتبقي و حدوده.

تسمح لنا النتائج المحصل عليها، بإعادة بناء السلسلة العملية التي اتبعها الحرفي لانجاز أدواته، و لقد أجرينا هذه التحاليل في مخبر مركز البحث في التلحيم و المراقبة بالشراقة.

4. دراسة الصلابة المجهرية: تكمن أهمية هذه الدراسة في تحديد درجة صلابة القطعة المعدنية، علما أن صلابة هذه الأخيرة، تختلف باختلاف التركيبة الكيميائية لها، و خاصة بطبيعة المعالجات التي طرأت عليها، فدرجة صلابة قطعة معدنية مقولبة ضعيفة جدا عن درجة صلابتها عند طرقها مثلا.

و قد تمت هذه الدراسة في مخبر مركز البحث في التلحيم و المراقبة بالشراقة، و ذلك باستعمال جهاز خاص لتحديد الصلابة المجهرية حسب طريقة فيكرس (H_V Vickers).

5. دراسة نقطة الانصهار: تم استعمال لغرض هذه الدراسة، جهاز خاص لتحليل الحرارة المتغيرة للعينة، يعرف بـ Analyse Thermique Différentielle (A.T.D)، تم من خلالها، تحديد نقطة انصهار المعدن عند تشكيله. و قد أجرينا هذه التجربة في مخبر علم المواد بجامعة هواري بو مدين، بباب الزوار.

تم تحديد نقطة الانصهار على عينتين فقط، لأن العملية تتطلب ذوبان العينة و من ثمة إتلافها، و الهدف من هذه التجربة، هو إدراك مدى مهارة الحرفي في اختراق درجات عالية لا يمكن الوصول إليها باستعمال موقد بسيط على الطريقة التي كانت تستعمل لطهي الفخار.

6. البطاقات التقنية: حتى نتمكن من تقديم قراءة واضحة و بسيطة لكل هذه التجارب، فضلنا تقديم المعطيات المنبثقة من هذه الدراسة المخبرية، على شكل

بطاقات تقنية التي تأتي بمثابة بطاقة تعريف لكل عينة، و إثرائها بتحليل دقيق لكل تجربة قمنا بها.

و في الأخير، توصلنا إلى بعض الاستنتاجات ضمنناها في الخاتمة، هذه النتائج هي محاولة للإجابة عن الإشكالية المطروحة المتعلقة بمسألة وجود عصري النحاس و البرونز و طرق التعدين في الجزائر، التي توضح لنا مدى أهمية مثل هذه المواضيع، خاصة الجوانب التقنية منها حينما نستنجد بالعلوم المكملة لعلم الآثار، و التي بوسعها أن تساهم في حل عدد من المسائل، و ذلك في غياب الأبحاث الميدانية الجديدة.

منهجية الدراسة:

لدراسة موضوع التعدين القديم في الجزائر، اتبعنا جانب نظري و آخر تطبيقي.

I- تمثلت الدراسة النظرية، في الرجوع إلى المعطيات البيبليوغرافية التي تناولت هذا الموضوع، و هو يشمل على فصلين:

- **الفصل الأول:** حاولنا من خلاله الإلمام بكل المعطيات الأثرية و المنشورات، التي لها علاقة مباشرة، أو غير مباشرة بموضوع عصري النحاس و البرونز في شمال إفريقيا عموما، و بالجزائر على وجه الخصوص.

كما قمنا، بإحصاء الأدوات المعدنية النحاسية و البرونزية التي تم اكتشافها، اعتمادا على تقارير الحفريات التي أمكننا الإطلاع عليها، سواء تلك التي حدد فيها الباحثون مكان حفظها، أو المجهول مكان الحفظ، حتى يتسنى لنا الحصول، و لو بصفة نسبية، على العدد الإجمالي للأدوات، مركزين في ذلك على العدد الذي أكد الباحثون وجوده في المتاحف الوطنية و الأجنبية، و ارتأينا معاينة ذلك ميدانيا من خلال التنقل إلى بعض المتاحف و إجراء الاتصالات مع تلك التي تعذر علينا التنقل إليها، حتى يتسنى لنا التأكد من صحة وجودها.

و بناءا على ذلك استطعنا وضع جرد شامل لهذه الأدوات التي قسمناها إلى ثلاثة مجموعات حسب الإنتماء الجغرافي لكل أداة، سواء في الشرق، أو الوسط، أو الغرب الجزائري وهي:

- مجموعة تخص "**الأدوات المعروف مكان حفظها**"، و هي تشمل على المواقع التي تم العثور فيها على أدوات نحاسية و برونزية (حلي و أدوات اخرى، مثل السنارات، الصفائح، القضائب، إلخ)، بإستثناء الأسلحة. و قد تم دراسة هذه الأدوات حسب توزيعها عبر المتاحف الوطنية أو الأجنبية.

– المجموعة الثانية، تخص "**الأدوات المجهول مكان حفظها**"، وتشمل المواقع التي تضمّنت أدوات نحاسية و برونزية، دون الأسلحة، و التي لم يحدد فيها مكان إيداعها.

– و أخيرا مجموعة **الأسلحة المعدنية في الجزائر**، قمنا فيها بجرد مفصل لكل الأسلحة التي تم العثور عليها في التراب الوطني، سواء المعروف مكان حفظها، أو المجهول.

– **الفصل الثاني:** حاولنا فيه التعريف بمادة المعدن و بداية إستغلالها من طرف الإنسان، و ذكر أهم خصائص المعدن التي تعتبر الحافز الذي دفع الإنسان إلى استئناسه. ثم تطرقنا إلى مختلف المعادن الأثرية التي تعرف عليها الإنسان في عصري النحاس و البرونز، و سبل العثور عليها في الطبيعة، مع إبراز أقدمية كل مادة. و كذا التعريف بمختلف أنواع السبائك و مميزتها التي دفعت الإنسان للتخلي تدريجيا عن تعدين النحاس.

كما تطرقنا في هذا الفصل، إلى التقنيات التي أستعملت في تشكيل الأداة و كذا إعادة تصور طرق تعدين النحاس و السبائك باستعمال فلزات سهله التصهير و فلزات مركبة، للوصول إلى إعادة بناء السلسلة العملية و الخطوات اللازمة لتشكيل الأداة النهائية. و لقد قمنا في خاتمة هذا الفصل بتحديد طرق معالجة الأسطح في فن التعدين البدائي.

II- أما الجانب التطبيقي، فارتأينا فيه تقديم مختلف التجارب التي أنجزت في هذه الدراسة، و الخطوات التي انتهجنها لكل تجربة قمنا بها، بدءا بتحديد مصدر العينات، و إبراز سبب اختيارنا لها، و هي كالتالي:

1- تحديد مصدر العينات:

أنجزت مختلف التجارب على عدد من عينات مأخوذة من متحف الباردو (الجزائر العاصمة) و متحف سيرتا (قسنطينة). و جاء اختيارنا لهاذين المتحفين لاحتوائهما على أكبر عدد من الأدوات المعدنية الناتجة عن الحفريات القديمة، التي قام بها الباحثون الفرنسيون طوال فترة إقامتهم في الجزائر.

وللحصول على العينات، قمنا باستعمال منشار، و نشر قطع صغيرة، لا تتعدى بعض المليمترات، من الأدوات القليلة المهشمة المحفوظة في المخازن، و هي عبارة عن قطع من أساور، حلقات أرجل، و إبزيم، مع الإشارة أنه لم يسمح لنا إلا بأخذ مجموعة صغيرة.

و للتذكير، فإن هذه العينات تم الحصول عليها سنة 2002 في إطار تحظير مذكرة الماجستير، و نضرا لقلة الأدوات المعدنية في المتاحف، و ضرورة المحافظة عليها، ارتأينا استعمال نفس العينات المعدنية التي تم استغلالها من قبل، و التي تقدر بـ 24 عينة، 10 منها، تنتمي لمتحف الباردو و هي مشكلة من مادة النحاس و سبائكها و 14 عينة، تنتمي لمتحف سيرتا مشكلة من مادتي النحاس و سبائكها و كذا من مادة الحديد.

و نظرا لطبيعة موضوع هذه الدراسة التي تقتصر فقط على مادة النحاس و سبائكه، رأينا من الضروري الاستغناء عن العينات المشكلة من مادة الحديد، التي لا تندرج في دراستنا، و عليه إقتصرت دراستنا على 17 عينة، متكونة من ما يلي:

- 10 عينات تنتمي لأدوات متحف الباردو: 8 منها تعود لدولمانات بني مسوس (الجزائر العاصمة)، و واحدة لموقع قاستال (تبسة)، و أخرى لدولمانات بونوارة (قسنطينة)، و هي كلها عبارة عن أجزاء من أساور مهشمة.

– 07 عينات تنتمي لمتحف سيرتا: 5 عينات مأخوذة من أدوات قسنطينة و ضواحيها، و قطعتان من موقع علي باشا ببجاية. و هي عبارة عن أساور، و حلقات صغيرة، و قطعة من إبزيم.

كان الهدف من دراسة العينات آنذاك، التعرف بصفة دقيقة على المادة المكونة لتلك الأدوات، ذلك أنه بإمكاننا التمييز بالعين المجردة بين النحاس والحديد، أو بين البرونز والحديد، لكن في معظم الأحيان تتعقد الأمور نوعا ما حينما يتعلق الأمر بتمييز بين النحاس والبرونز، أو بين السبائك الأخرى للنحاس، و قد تمت آنذاك هذه التحاليل في مخابر جزائرية، و هي مخبر البحث و التنمية لسوناطراك ببومرداس(C.R.D.)، باستعمال جهاز« La Fluorescence des Rayons X » لتحليل عينات متحف الباردو، و مخبر علوم الأرض بجامعة باب الزوار، باستعمال جهاز « La diffraction des Rayons X » بالنسبة لعينات متحف سيرتا.

أكدت نتائج التحاليل السابقة أن عينات متحف الباردو، مكونة أساسا من سبيكة النحاس و الألمنيوم و ذلك رغم إعادة تحليلها مرة ثانية، إذ تصل فيها أدنى نسبة لهذا الأخير إلى 14,00%، أما أكبرها إلى 39,7%. و كما أشرنا اليه في مذكرة الماجستير (خ. عياتي، 2003، ص. 259)، لا يوجد مثل هذه السبيكة في أي تحاليل سابقة أقيمت على أدوات معدنية، سواء كان ذلك في الجزائر، أو حتى في المناطق الأخرى من العالم.

أما بالنسبة لعينات متحف سيرتا، فقد كشفت النتائج السابقة عن وجود أدوات مشكلة من النحاس الخام، إلى جانب تسجيل نوعين من السبائك المزدوجة، إحداهما عبارة عن ليطون، الذي يتمثل في خليط النحاس(Cu) والتوتياء(Zn)، و الأخرى عبارة عن خليط من النحاس و الفضة. (خ. عياتي، 2003، ص. 252)

و لبلوغ الهدف المنشود في هذا الشطر من البحث، استلزم علينا إعادة تحديد التركيبة الكيميائية لهذه العينات لأن *صحة كل التجارب التي قمنا بها، خاصة تلك الرامية في الكشف عن تقنيات التصنيع، مربوطة بصحة نتائج هذه التركيبة.*

2- تحديد التركيبة الكيميائية للعينات:

لقد قمنا في هذا الشأن، بعرض نتائج التحاليل الكيميائية التي تحصلنا عليها في 2002 على خبراء أجانب في مجال التعدين القديم قصد تفسير تلك النتائج، والاستفادة من خبرتهم خاصة الجانب التقني منه، علما أننا نفتقد تماما لهؤلاء المختصين في الجزائر. و قد وجد الخبيران في مجال تقنيات التعدين البدائية بونوا ميل (B. Mille) و دافيد بورقاريت (D. Bourgarit) اللذان يعملان في مخبر مركز البحث والترميم لمتاحف فرنسا (Centre de Recherche et de Restauration des Musées de France)، نتائج التحاليل غريبة جدا خاصة تلك المتعلقة بعينات متحف الباردو، بسبب التركيبة المكونة من النحاس و الألمنيوم. و من ثمة تمكنا من الاستفادة، في إطار البرنامج الأوربي "أو أرتيك" (EU-ARTECH)، بالتكفل المجاني لمدة ثلاث أيام لإجراء التحاليل الكيميائية مع المختص بونوا ميل و ذلك في نفس المخبر، مستعينين في ذلك بالمعطيات الأثرية، و قد تم تحليل هذه العينات باستعمال جهاز دقيق يعرف بـ (PIXE/ PIGE)، و يرجع اختيار المختصين لهذا الجهاز، كونه الأكثر دقة، وأنجع وسيلة للكشف على كل العناصر المكونة للمادة، لا سيما حينما يتعلق الأمر بعينات صغيرة الحجم، كتلك التي بحوزتنا.

– تكمن تقنية التحليل بالبيكس (PIXE) في بعث أشعة سينية، ناتجة عن حزمة من البروتونات المنبثقة من المعجل أقلاي (AGLAE)، الذي يوفر لنا بكل دقة، العناصر الكيميائية القاعدية والشوائب بما فيها تلك التي تأتي على شكل أثر (10 إلى 100 جزء من المليون ppm).

– أما تقنية التحليل بالبيج (PIGE)، التي تعتبر كمرحلة متممة لتقنية التحليل للبيكس، يسعى من خلالها الكشف عن العناصر الخفيفة التي لم يتم الكشف عنها بواسطة البيكس، مثل الصوديوم (Na)، والمغنزيوم (Mg)، والألمنيوم (Al) (M. Benoît, D. Bourgarit, 1998, p. 29)

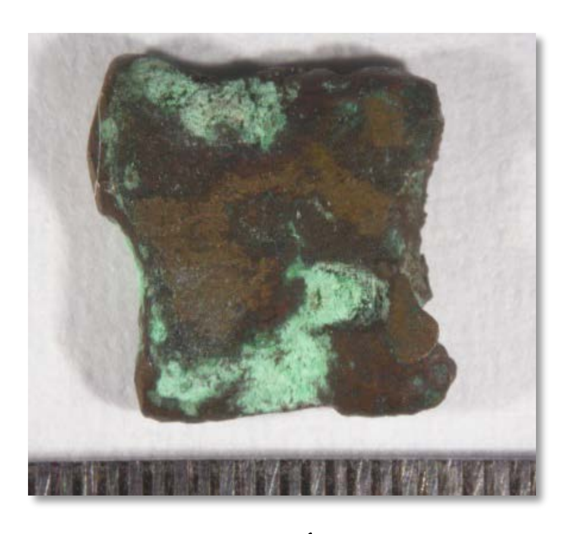
أ- تحضير العينات:

قبل الشروع في عملية التحليل، استلزم علينا تحضير العينات، بصقلها أولا وذلك بعرضها على جهاز خاص يعرف بالمصقلة الكهربائية (صورة 1) باستعمال أوراق كاشطة، من الخشنة رقم (80، 120، 180، 320، 400، 600، 800، 1000)، إلى الدقيقة و الناعمة (1200 و 4000)، لتلميع السطح، و ذلك بتبليل الأوراق الكاشطة بالماء لتجنب تسخين المعدن. و الهدف من هذه العملية هو تطهير العينات من الحزوز التي تعرضت لها سابقا (صورة 2)، و خاصة من الأكسدة، وعوامل المحيط الخارجي الأخرى، التي تسببت في تشكيل غلاف خارجي، و هو بمثابة حاجز يمنع رؤية التفاصيل الموجودة في سطح العينات، ويعيق الدراسة التحليلية، ويؤثر في النتائج، و يحمي في الوقت نفسه، المعدن من الاعتداءات الخارجية الأخرى.

و بخصوص عملية صقل العينات، ينبغي الإشارة أن الطريقة السليمة للقيام بذلك، تستلزم تغيير اتجاهها أثناء الصقل، و ذلك بتثبيتها في البداية، في اتجاه معين ثم في الاتجاه الذي يشكل زاوية قائمة للاتجاه الأول، تستمر عملية الصقل حتى يتم التخلص من الحزوز التي تشكلت في العينات، جراء الكشط، حيث يتم التحقق من ذلك بواسطة المراقبة التدريجية للعينات، باستعمال المجهر ذو عدستين.



صورة.1- مصقلة كهربائية.



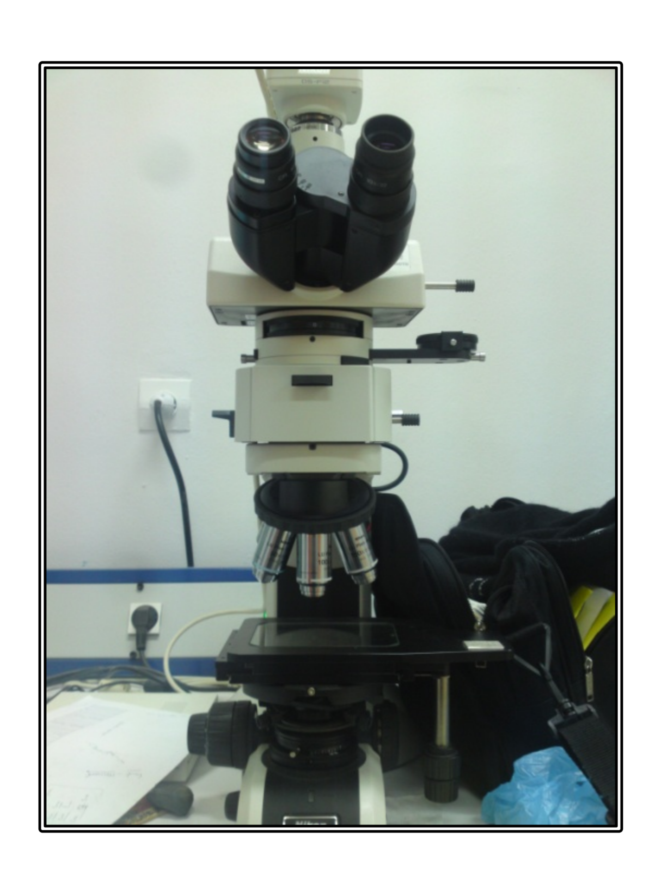
صورة.2- تشكيل الأكسدة على العينة.

بعد عملية التحليل، قمنا بمقارنة النتائج المحصل عليها مع التحاليل السابقة التي قام بها الباحثون على الأدوات المعدنية التي استخرجت من نفس المعالم موضوع دراستنا، و بذلك أكدنا قلة التحاليل الكيميائية الخاصة بالمعادن الأثرية في الجزائر.

3- الدراسة الميتالوغرافية للعينات:

تنفذ على السطح المصقول من العينة، باستعمال جهاز خاص يعرف بـ: "مجهر الميتالوغراف" (الصورة 3)، الذي يسمح لنا بالحصول على صور واضحة و دقيقة للهيكلة المجهرية لكل عينة، و الهدف من هذه الدراسة المتخصصة هو:

- إعادة بناء مختلف الطرق و التقنيات التي اتبعها الحرفي لانجاز أدواته، من خلال ما نشاهده في الهيكلة المجهرية لكل عينة، و تحديد مختلف المعالجات التي عرفتها.



صورة.3- مجهر الميتالوغراف.

و لقد أجرينا هذه التجربة في مخبر مركز البحث في التلحيم و المراقبة بالشراقة (الجزائر العاصمة)، و استلزمت هذه الدراسة تحضير ميتالوغرافي دقيق للعينات و التي تتمثل فيما يلي:

أ-التحضير الميتالوغرافي للعينات:

يتمثل التحضير الميتالوغرافي للعينات في القيام بعمليتين دقيقتين و هما:

- **صقل العينات:**

للحصول على صورة واضحة و دقيقة للهيكلة المجهرية للعينات، استوجب علينا صقلها من جديد و ذلك باستعمال مباشرة أوراق كاشطة متوسطة (800، و 1000)، بما أنه قد تم نزع الحزوز العميقة على العينات من قبل، ثم بالأوراق الكاشطة الناعمة (1200 ثم 4000)، حتى نتحصل على وجه لامع زجاجي، و يستلزم في آخر هذه العملية، تبليل الورق المطلس (Papier

Satiné) بواسطة العجينة الألماسية، و هي عبارة عن حبيبات من الألماس مغلفة بماسك قابل للذوبان في الماء أو الكحول.

- **الهجوم الكيميائي للعينات:**

تكمن عملية الهجوم الكيميائي، بغمر العينة داخل كاشف كيميائي خاص بمادة النحاس و سبائكه، ثم تنظيفها بالكحول مباشرة بعد عملية الهجوم، بعدها تجفف في هواء ساخن باستعمال مجففة (séchoir)، حتى يتم إيقاف الهجوم الكيميائي.

تسمح لنا هذه الخطوة المهمة للغاية، الكشف عن شكل الهيكلة الكريستالوغرافية (مجهرية) للعينات، من خلال فحص وجهها المصقول تحت مجهر الميتالوغراف بتكبير من 10 إلى 1000، و أخذ صور ميتالوغرافية لكل تكبير، و من المستحسن اولا أخذ الصور قبل القيام بالهجوم الكيميائي، حتى نتمكن من مشاهدة المظهر العام للعينة، و حالتها و طبيعة الأكسدة التي تعرضت إليها.

و استعملنا كاشف كيميائي مناسب لسبائك النحاس، يعرف بـ: chlorure ferrique et acide hydrochlorhydrique en éthanol، المتكونة من التركيبة التالية:

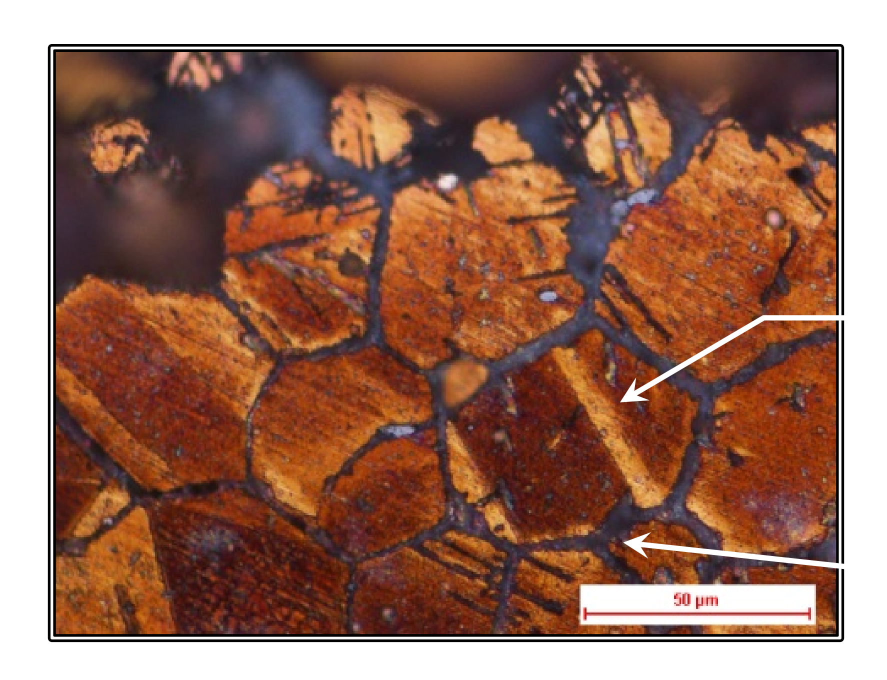
120 ml H2O distilée ou Ethanol	**120 ملل من الماء مقطر أو الاتانو**
30 ml acide hydrochlorique HCL	**30 ملل من حامض الهيدروكلوريك**
10 g chlorure ferrique $FeCl_3$	**10 غ من كلورور الحديدي**

يعتبر الاعتماد على هذه الوسيلة العلمية، في هذا الشطر من الدراسة، مرحلة في غاية الأهمية، إذ هي متعلقة بمجال تقني خاص بعلم المواد، التابعة للهندسة الميكانيكية، تخصص علم المعادن.

ب- قراءة النتائج المحصل عليها:

لتفسير الآثار المسجلة في الهيكلة المجهرية للعينات، استوجب علينا مقارنتها بنماذج ميتالوغرافية لمعادن أثرية مدروسة، و ينبغي في هذا الصدد، على الباحث في ميدان المعادن الأثرية، أن يتوفر على هذه المعطيات التي قد تساعده للوصول إلى النتيجة التي يسعى إليها. (D. A. Scott, 1991, p. 56-72)

فبعد الهجوم الكيميائي الذي تعرضت له العينات، تظهر لنا هيكلة المعدن بأطوار مختلفة، هذا المعدن (النحاس و سبائكه) يكون في حالته الطبيعية على شكل مكعبات متكررة ذات أوجه مركزية(م أ م) (Cubique à Face Centrée, CFC)، مرتبة بشكل منتظم، تعرف بـ " الحبيبات Les Grains "، بين كل حبيبة و أخرى يوجد فراغ يعرف بـ " وصل الحبيبات Les Joints de Grains " (صورة 4)



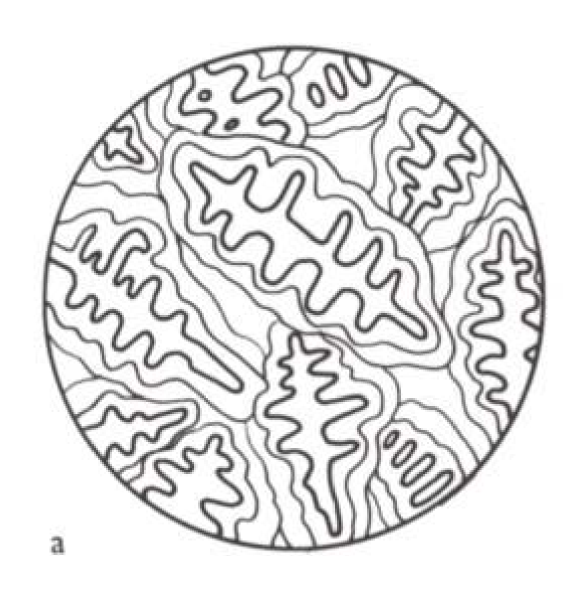
صورة.4- هيكلة مجهرية (م أم) لمعدن البرونز

عينة BPH1930.101 لمتحف الباردو

إلا أن هذه الهيكلة تتغير عندما يتعرض المعدن لأي تشوه، سواء كان ميكانيكي (الطرق مثلا) أو حراري (تسخين المعدن)، هذا التشوه يعبر عن مختلف الطرق و المعالجات التي تعرضت إليها الأداة عند تصنيعها، و يمكننا ملاحظة ذلك في الهيكلة المجهرية للمعدن، هذه الهيكلة تختلف باختلاف نوع المعالجة المطبقة على الأداة، و من ثمة يمكن التمييز بين:

- **الأدوات ذات صب خام (Brut de Coulée):**

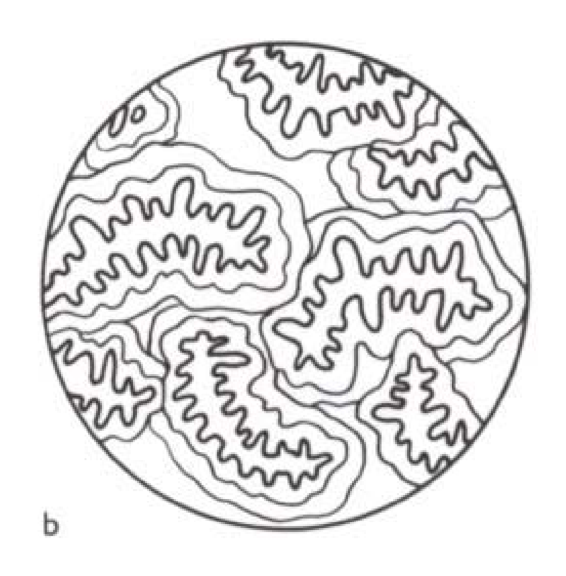
حينما نشاهد صورة مجهرية للأداة على شكل شبكة من حبيبات متشجرة كتفرع الأشجار (Dendrite) (الشكل1)، نستنتج أن الأداة ذات صب خام أي انها تم تشكيلها عن طريق القولبة فقط، دون عرضها مرة أخرى للحرارة، و هي في هذه الحالة قطعة كاملة قابلة للاستعمال، نجد هذه التقنية شائعة في المراحل الأولى من استعمال الإنسان للمعدن(M. Picon et All, 1966, p. 194) .



شكل.1- هيكلة مجهرية للبرونز بعد القولبة (هيكلة متشجرة).
(D. A. Scott, 1991, p. 7)

- **الأدوات المصنوعة عن طريق القولبة و الطرق على البارد** (معالجة ميكانيكية):

يظهر هذا النوع من الأدوات، من خلال الهيكلة المجهرية التي تأتي على شكل تفرع أشجار مثل الهيكلة السابقة، إلا أنها تختلف عنها كونها تأتي ملتوية (الشكل 2)، مما يدل على استعمال الطرق مباشرة بعد قولبتها، و هي الأخرى تقنية شائعة في المراحل الأولى من عصر المعادن (M. Picon et All, 1966, p. 194)



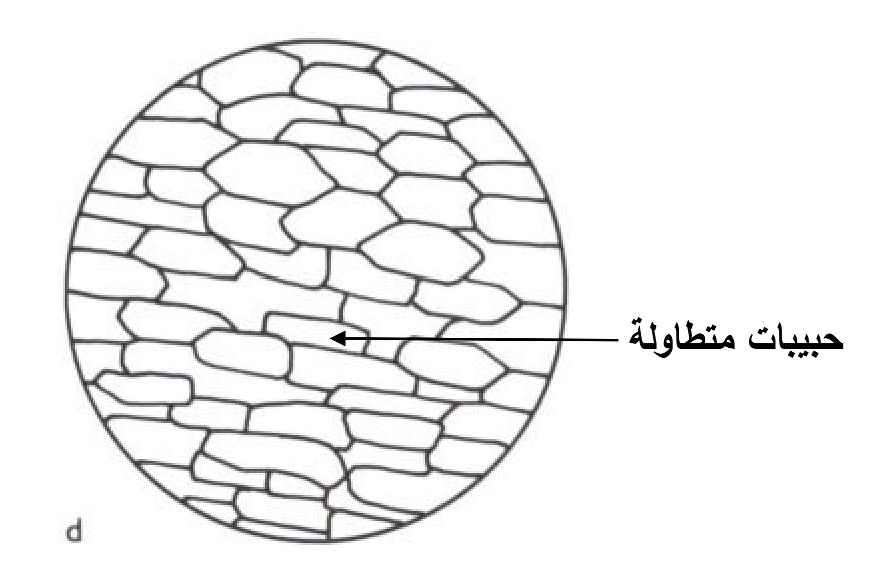
شكل.2- هيكلة مجهرية لاستعمال الطرق على معدن ذات صب خام (D. A. Scott, 1991, p. 7)

- **الأدوات الملدّنة و المصنوعة عن طريق الطرق على البارد:**

هيأتها المجهرية دالة على استعمال تقنية التلدين، المتمثلة في عرض الأداة إلى درجة حرارة أقل من نقطة انصهارها(حوالي 600°م)، ينتج عن هذه العملية، تبلور مجدد للحبيبات، وتحولها من الهيأة المتشجرة إلى شكلها الأولي أي حبيبات متساوية المحاور (équiaxe) كما هو الحال في الصورة 4، ص. 22 و بما أنه تم تطبيق عملية الطرق على البارد مباشرة بعد تلدين القطعة،

ينتج عنها تشكيل حبيبات متطاولة على شكل أصابع، و هذا ما نلاحظه في الشكل 3، حيث يكون اتجاه الحبيبات طبقا لاتجاه الطرق.

عند التكثيف من عملية الطرق، يفقد المعدن تدريجيا قابليته للتشكيل، و هذا راجع لاندماج الحبيبات فيما بينها، و هو ما يؤدي في معظم الأحيان إلى ارتفاع من صلابة المعدن، و بالتالي ترتفع هشاشته و ربما يتعرض المعدن، إذا ما استمر الانسان في عملية الطرق، للتشقق و الانكسار.



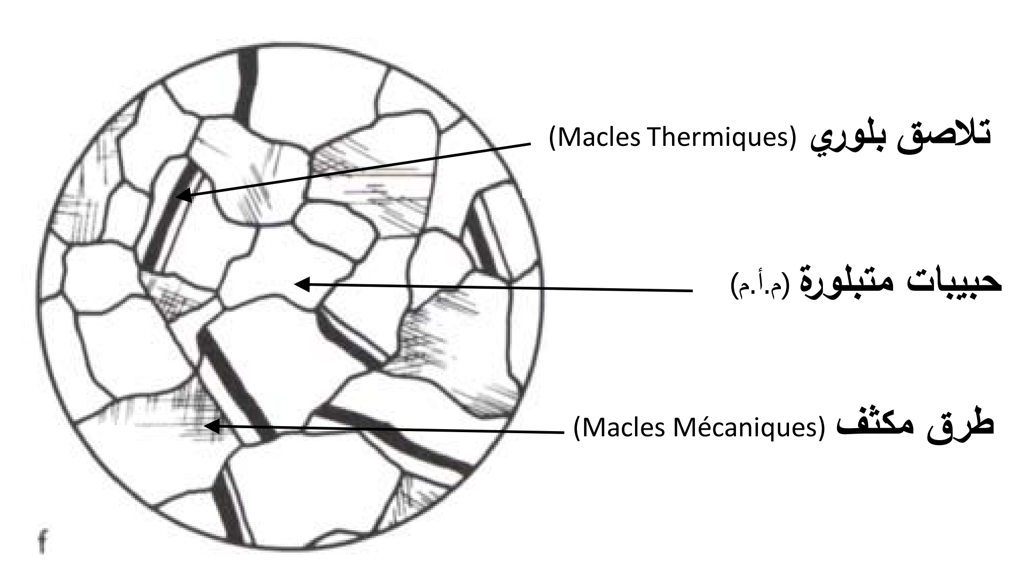
شكل.3- هيكلة مجهرية للطرق على البارد (حبيبات متطاولة).
(D. A. Scott, 1991, p. 7)

- **الأدوات المصنوعة عن طريق الطرق و التلدين** (معالجة ميكانيكية- حرارية)**:**

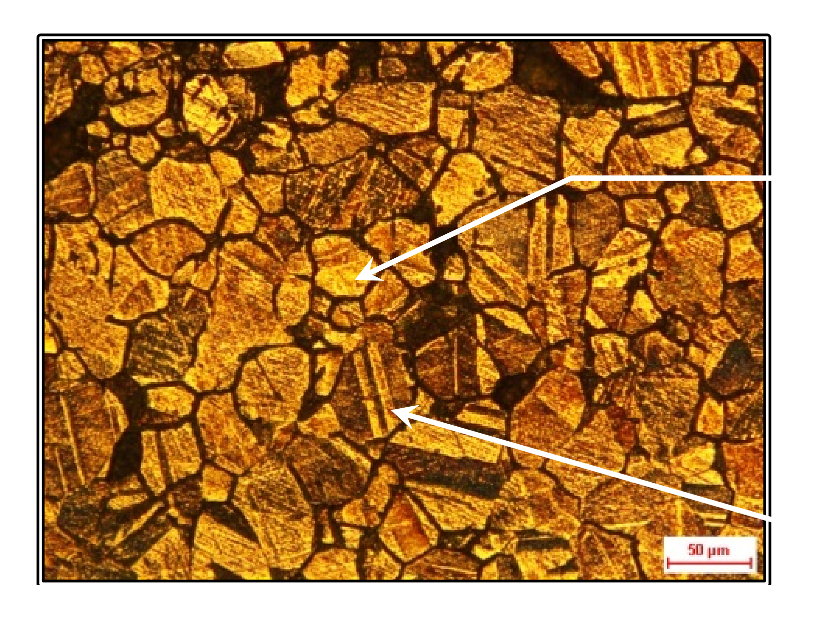
تتميز هذه الأدوات بهيكلة خاصة، و التي تأتي على شكل حبيبات متبلورة مكعبة، الدالة على استعمال تقنية التلدين، ثم طرقها و تلدينها بالتناوب إلى غاية تشكيل الأداة، ينتج عن هذه العملية المعروفة بالطرق على الساخن، تبلور مجدد للحبيبات وتحولها إلى شكلها الأولي (م أ م)، و في هذه الحالة يستعيد

المعدن قابلية تشكيلة، دون أن يتسبب ذلك في إحداث تشققات على سطح الأداة.

إن عرض الأداة للطرق المكثف (écrouissage)، ينتج عنه انزلاقات لاتجاه الحبيبات، التي تأتي على شكل خطوط متوازية موجودة داخل الحبيبات، و هي تعرف بـ: التلاصق البلوري أو البلوري التوأم (Macles thermiques) كما يمكن مشاهدته في الشكل 4 و الصورة 5، و تعبر هذه الأخيرة عن استعمال هذه التقنية في العينة BPH.1930.3 المأخوذة من متحف الباردو.



شكل.4- هيكلة مجهرية لتقنية التلدين و الطرق المتناوب.
(D. A. Scott, 1991, p. 7)



صورة.5- هيكلة مجهرية لتقنية التلدين و الطرق المتناوب.
(عينة BPH.1930.3 لمتحف الباردو)

نشير إلى ان حجم الحبيبات له علاقة مع نسبة التشوه الميكانيكي- الحراري، فكلما كانت نسبة التشويه كبيرة، كلما كانت الحبيبات صغيرة، مما يحسن أكثر من الخصائص الميكانيكية للمعدن، و يجعل سطحه أملس. (J. Philibert et All,. 2002, p. 713)

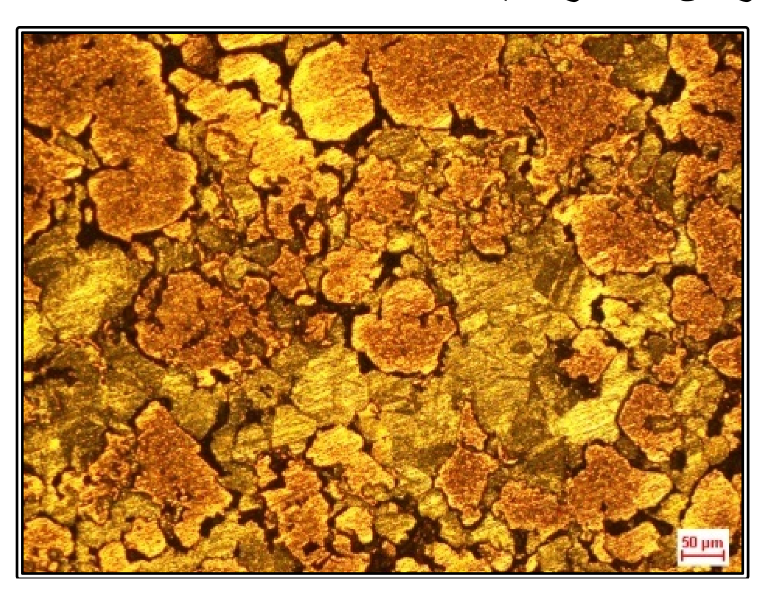
ج- المعلومات الأخرى التي يمكن استنتاجها:

إن الفحص المجهري للمعدن لا يتوقف فقط على تشخيص مختلف الطرق المستعملة في تصنيع الأدوات فحسب، بل بإمكاننا استخلاص معطيات أخرى، يمكن استنتاجها من خلال مشاهدة التفاصيل الدقيقة الأخرى التي تحتفظ بها الهيكلة المجهرية للقطعة، نذكر من بينها:

- **تجانس أو عدم تجانس السبيكة:**

تتجسد ظاهرة عدم تجانس المعدن كالسبائك البرونزية مثلا، بوجود طورين او أكثر، وذلك بتشكيل وانفصال طور ثاني ذو تركيبة كيميائية مختلفة عن الطور الرئيسي (C. Chaussin, G. Hilly a, 1974, p. 28)، كما

يتضح ذلك جليا، في الصورة المجهرية 6، التي تظهر على شكل لونين مختلفين، اللون القاعدي الأصفر واللون الثانوي البني، بالإضافة إلى اللون الأسود الذي يعبر في بعض الأحيان عن وجود ثغور، أو أكسدة، أم أنها عبارة عن عناصر دخيلة.



صورة.6- هيكلة مجهرية لعدم تجانس السبيكة.
(عينة BPH1930.78 لمتحف الباردو)

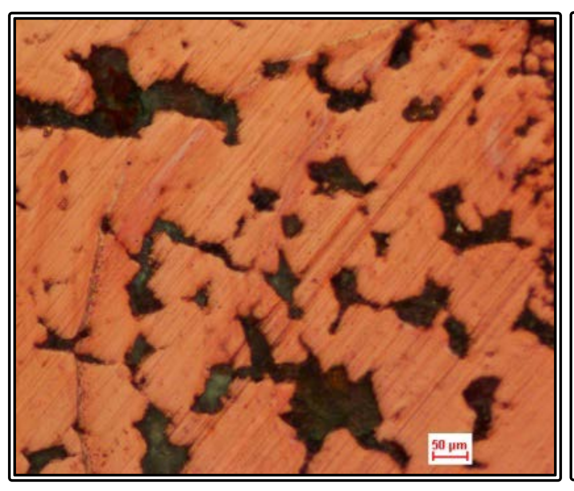
- شكل العناصر الدخيلة (Les Inclusions):

تعرف الأدوات البرونزية الأثرية باحتوائها على عناصر دخيلة كالرصاص، و السولفورات و غيرها، ففي حالة وجود الرصاص على سبيل المثال، ينتشر هذا العنصر في الهيكلة المجهرية على شكل حبيبات منعزلة متغيرة الأحجام، ذلك لأنه لا يتوافق مع النحاس، و القصدير، و لا يختلط معهما، هذه العناصر تساعدنا في التعرف عن كمية التشوهات المطبقة على الأداة، وعن طبيعة المعالجات التي تعرضت إليها، و بالتالي تدعم التأويلات التي تم استنتاجها في هذا الشأن، إذ أنها تظهر لنا في الصورة المجهرية إما على شكل حبيبات متفرعة كتفرع الأشجار، عندما يكون المعدن ذو سبكة خام (مثل ما هو الحال في الصورة 7 و 8)، أو يتبع إتجاه التلاصق

البلوري، عندما يكون الطرق دون تلدين، أو يظهر على شكل كريات متعددة الأحجام، عندما يكون المعدن تعرض للتلدين (هذا فيما يتعلق بالرصاص، أما السولفورات فله تصرف مختلف). و بتقدير نسبة وجود هذه الحبيبات الدخيلة في المعدن يمكن التمييز بين المعادن النقية والمعادن غير النقية.
(A. Lehoërff, 1999,p. 791)

الكريات الدخيلة (الرصاص)

صورة.7- انتشار الكريات الدخيلة.
(I. Lakhtine, 1978, p. 408)



صورة.8- الكريات الدخيلة في العينة.
BPH1930.7 لمتحف الباردو

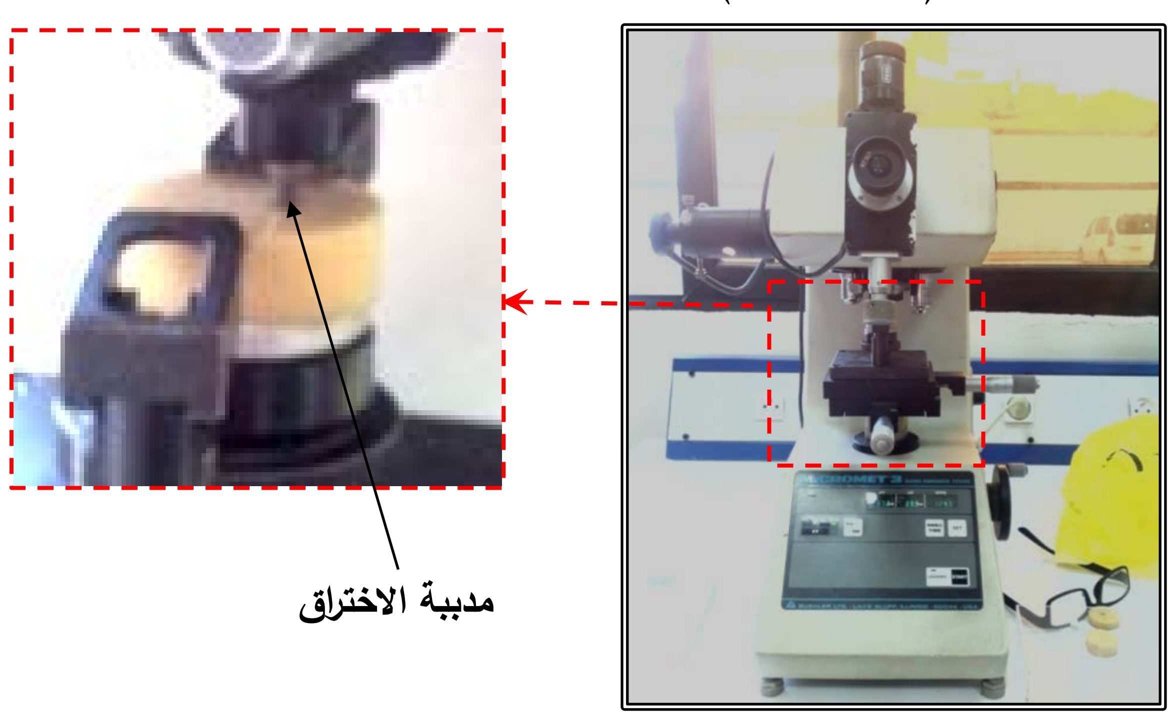
الصورتان توضحان وجود كريات دخيلة (الرصاص) في سبيكة البرونز، كما نسجل التشابه الموجود بين الصورة المجهرية المرجعية التي أخذت من كتاب لاختين، مع الصورة المجهرية التي تحصلنا عليها إثر الدراسة الميتالوغرافية للعينات، والتي تمثل جزء من سوار وجد في أحد دولمانات قاستال.

تلك هي أهم الخصائص والتقنيات المستعملة لتشكيل الأداة، التي يمكن استنتاجها بفضل المشاهدة الميتالوغرافية للعينات، كما نشير كذلك أنه تم استعمال المجهر الالكتروني (Microscope Electronique à Balayage, E.D.X.) كلما استلزم الأمر إلى ذلك، خاصة إذا كانت الصور المجهرية غير واضحة، و ذلك في مخبر علم المواد بمعهد الهندسة الميكانيكية، بجامعة هواري بو مدين، بباب الزوار.

4- تحديد الصلابة المجهرية:

تعرف صلابة أي معدن، في درجة مقاومته لفعل ميكانيكي خارجي كالحز أو الاختراق. و يمكن التحصل عليها باستعمال طرق نسبية كسلم موس من 1 إلى 10 (Echelle de Mohs)، أو بتطبيق طرق مطلقة و المتمثلة في: صلابة برينل (H_B) (Dureté Brinell)، أو طريقة روكوال (H_R) (Dureté Rockwell) أو طريقة كنوب (H_K) (Dureté Knoop) أو طريقة فيكرس (H_V) (Essai Vickers)، و تعتبر طريقة برينل و فيكرس الوسيلتان الملائمتان لدراسة صلابة المعادن الأثرية (D. A. Scott, 1991, p. 76).

و قد تم تحديد الصلابة المجهرية لعينات متحف الباردو و سيرتا، باستعمال تجربة فيكرس (Vickers H_V) و هذا في مخبر مركز البحث في التلحيم و المراقبة بالشراقة، يعمل هذا الجهاز على تطبيق قوة على العينة باستعمال مدبب هرمي من الألماس ذو قاعدة رباعية، و حساب درجة عمق البصمة التي يتركها المدبب عند اختراقه لسطح العينة (الصورة 9)، مع العلم أنه كلما كانت البصمة عميقة كلما كان المعدن لين (صلابة ضعيفة).



صورة.9- مجهر تحديد الصلابة المجهرية حسب (H_V)

و للحصول على صلابة عينات متحفي الباردو و سيرتا على طريقة فيكرس (Vickers H_V)، قمنا بحساب متوسط ثلاث بصمات تم تطبيقها على كل عينة، و القيمة المتحصل عليها تعبر عن الصلابة المجهرية للعينة.

تختلف درجة صلابة القطع المعدنية باختلاف تراكبها الكيميائية، و كذا بطبيعة المعالجات التي طرأت عليها، فدرجة صلابة أداة مقولبة، أو ملدنة ضعيفة مقارنة مع درجة صلابتها عند طرقها مثلا، و هذا ما يظهر جليا في الجدول 1 الذي يمثل نماذج لصلابة عينات أثرية حسب طريقة فيكرس(H_V)، تختلف فيما بينها باختلاف نسب العناصر المكونة لها، و كذا بتقنية تشكيلها (D. A. Scott, 1991, p. 82) .

و الهدف إذا من هذه الدراسة هو التأكد من النتائج المحصل عليها خلال الدراسة الميتالوغرافية للعينات، و ذلك بمقارنة قيم الصلابة المجهرية لكل عينة مع النماذج الموجودة في الجدول.1 (H. Bocoum, et All, 1988, p. 57).

المعدن أو السبيكة	H_V
نحاس حر مشكل بالقولبة	50–40
نحاس حر مشكل بعملية التطريق و التلدين	60–50
نحاس حر مشكل بالتطريق على البارد	120–100
ليطون 70:30 (Cu:70%، Zn:30%) بالتلدين	65–50
ليطون 70:30 بالتطريق على البارد	160–120
برونز بالرصاص مقولب، (Sn:10%، Pb:5%)	70
برونز بالرصاص مقولب، (Sn:10%، Pb:10%)	65
برونز بالرصاص مقولب، (Sn:5%، Pb:15%)	60
رصاص حر	6–3
قصدير حر	10–6

جدول.1– نماذج من الصلابة المجهرية لعينات أثرية حسب H_V

(D. A. Scott, 1991, p. 82).

5- تحديد نقطة الانصهار:

تمت هذه العملية بوضع العينة داخل بوتقة صغيرة، ثم عرضها في الجهاز خاص لتحديد الحرارة يعرف بـ: "جهاز تحليل الحرارة المتغيرة للعينات" A.T.D (Analyse Thermique Différentielle) **(صورة 10)** ، الذي يعمل على رفع و التقاط درجة الحرارة التي يبلغها المعدن عند انصهاره، و بالتالي تكون لدينا فكرة عن الدرجات الحرارية التي تمكن الحرفي من بلوغها.

و قد تم تحديد نقطة الانصهار على العينات، في مخبر علم المواد بمعهد الهندسة الميكانيكية، بجامعة هواري بو مدين، بباب الزوار، و ذلك على عينتين فقط تمثلان سبيكتين مختلفتين، تنتميان لمتحف سيرتا (العينة الأولى: Caisse94 N°94، و العينة الثانية: Caisse94 N°96).



صورة.10- جهاز تحديد الحرارة المتغيرة (A. T. D.).

6- عرض البطاقات التقنية:

لنتمكن من تقديم قراءة شاملة و بسيطة لكل هذه التجارب، فضلنا تقديم المعطيات المحصل عليها، على شكل بطاقات تقنية، مرفقة بتفسيرات لكل تجربة، و هي تتضمن ما يلي:

- رقم جرد العينة و المتحف الذي تنتمي إليه.
- تقديم صورة للأداة التي تم تعيينها، و صورة ثانية للعينة مأخوذة بالمجهر المكبر، مرفوقة بوصف مورفولوجي لكل صورة.
- عرض التركيبة الكيميائية الخاصة بكل عينة.
- باستعمال مجهر الميتالوغراف، وضع صورة ثالثة ماكروغرافية، بتكبير 100X أو أكثر، و ذلك قبل عرض العينة للكاشف الكيميائي، و صورة رابعة للهيكلة المجهرية للعينة، بعد القيام بالهجوم الكيميائي المتمثل في كاشف خاص بالسبائك النحاسية.
- عرض الصلابة المجهرية حسب سلم فيكرس(H_V) لكل عينة، مرفوقة بتعليق، مربوط بالتركيبة الكيميائية لكل عينة و طريقة تشكيلها.
- تحليل الأشكال المتعلقة بنقطة الانصهار بالنسبة للعينتين: Caisse94 N°94، و Caisse94 N°96.
- تقديم استنتاج خاص لكل عينة في آخر كل بطاقة، نلخص فيه حالة القطعة و تقنية تشكيلها.

7- استنتاج عام:

حاولنا ابراز أهم النتائج التي تحصلنا عليها، من خلال انجازنا لمختلف التجارب على عينات متحفي الباردو و سيرتا، و قد توصلنا في الأخير إلى تصور المراحل العملية التي انتهجها الإنسان لتشكيل أدواته.

الفصل الأول

"دراسة نقدية للمعارف السابقة حول عصري النحاس و البرونز بالجزائر"

I. عصري النحاس و البرونز في الجزائر (حالة معارف)

II. الأدوات النحاسية و البرونزية المكتشفة في الجزائر.

III. الأسلحة المعدنية في الجزائر.

IV. استنتاج عام

I- عصري النحاس و البرونز في الجزائر (حالة معارف)

يغطي عصر النحاس فترة نهاية النيوليتيك، و هو ما يعرف كذلك بالكالكوليتي، بدأ إنسان هذه الفترة بتشكيل أولى الأدوات المعدنية، حيث استغل في بادئ الأمر، المعادن السهلة التشكيل كالنحاس الحر و الذهب الحر، ثم أصبح بإمكانه إرجاع الفلزات المركبة، التي ينتج عنها معدن غني بالزرنيخ (As) أو بالأثمد (Sb). و بعد أن عمد الإنسان إضافة معدن ثاني للمعدن الرئيسي، تحصل على سبيكة ذات نوعية أحسن إذ أنها تتميز بسيولة، و قولبة جيدة، و أكثر مقاومة من معدن النحاس، و هي البوادر الأولى لظهور عصر البرونز، الذي يتميز بمزج النحاس مع معدن القصدير، و هو من بين السبائك الأكثر استعمالا، إلى جانب سبائك أخرى، نذكر من بينها الليطون، المتمثل في خليط من النحاس (Cu) و التوتياء (Zn)، و كذا مزيج النحاس و الزرنيخ (As) و غيرها.

لم تعرف كل الشعوب استعمال هذه المعادن في نفس الفترة، فإذا توصلت بعض الشعوب إلى تنويع أدواتها باكتشاف التعدين الاستخراجي، الذي يكمن في تصهير العنصر المعدني، و استخراجه من فلزه مثل ما كان الحال بالنسبة لمناطق الشرق الأوسط و الأدنى، و كذا جنوب شرق أوروبا، نجد أن هناك شعوب أخرى عرفت المعدن دون تعدينه، حيث اكتفت بصنع أدوات صغيرة الحجم كالحلي (J.P. Mohen, 1990, p. 71)، نذكر من بينها جمهورية كريليا(la Carélie) بروسيا، و مناطق من البحيرة العليا لأمريكة الشمالية (C. Volfovsky, 2001, p. 16)، و أخرى ضلت تجهل تماما المعدن و تقنيات تعدينه لعدة قرون، مثلما كان الحال بالنسبة لشمال إفريقيا، و بوجه الخصوص الجزائر، على حسب ما جاء به بعض الباحثين من أمثال بالاري (P. Pallary)، الذي كان يقر أن حضارات ما قبل النيوليتي ضلت مزدهرة في فترة الإمبراطورية الرومانية (G. Camps, P. Cadenat, 1980, p. 2)، كما أكد الباحث قزال (St Gsell)، أن سكان شمال إفريقيا كانوا يجهلون تماما النحاس و البرونز إلى غاية معرفتهم للحديد، و نفى وجود عصري النحاس و البرونز في المنطقة إلى غاية مجيء الفنقيين (St.Gsell, 1920, p. 212)

نفس الفكرة صرح بها الباحث أونتوان (M. Antoine) سنة 1952، في حديثه عن المغرب الأقصى، إثر فعاليات المؤتمر الثاني الإفريقاني(Panafricain) حول ما قبل التاريخ، إذ ذكر أنتوان أن القرطاجيين وجدوا في المغرب شعوبا بدائية تعيش على نمط العصر النيوليتي، غير مواكبة للتطور الذي عرفته شعوب البحر الأبيض المتوسط بالرغم من مجاورتهما. يضيف من جهته، مارتان (M. Saez-Martin)، دائما في نفس المؤتمر أن "إفريقيا الصغرى و الصحراء كانت تجهل تماما تعدين البرونز". (A. Jodin, 1966, p. 11).

و في عام 1952 أكد بدوره الباحث قوبر (E. G. Gobert) ، بإستمرار النمط المعيشي لشعوب شمال افريقيا أثناء التواجد الفينيقي، على نمط عصور ما قبل النيوليتية. (G. Camps, P. Cadenat, 1980, p. 3)

لقد استند الباحثون في إصدار آرائهم إلى ندرة الأثاث المعدني الذي عثر عليه داخل المعالم الجنائزية أولا، و إلى اختلاف مواده الأولية (نحاس، و برونز، و حديد)، و وجوده رفقة أدوات حجرية داخل نفس القبر، مما أدى ببعض الباحثين أمثال الباحث برونو (le colonel du génie Brunon)، إلى نسب هذه المعالم إلى فترات تاريخية، و تأكيده أن الشعوب التي شيدتها عاشت في فترة الاحتلال الروماني و بعدها. (Brunon Col., 1876-1877, p. 341)

تحولت هذه الأفكار السلبية التي كانت بمثابة نظريات بسيطة، إلى حقائق علمية شاع استعملها بين اوساط الباحثين، و حتى أصبحت فكرة سارية إلى حد الآن، يدعون من خلالها استمرار النمط المعيشي لشعوب شمال افريقيا على نمط العصر الحجري، حتى مجيئ أولى المستوطنين الفينيقيين الذين جلبوا معهم تقنيات حرفة تعدين الحديد، و البرونز، و النحاس. (G. Camps, P. Cadenat, 1980, p. 3)

غير أن ما لم يؤخذ بعين الاعتبار، هو أن التنوع الذي عرفته هذه المعالم راجع إلى إعادة استعمالها في فترات متأخرة من الزمن، و هذا على غرار باقي دول العالم كأوروبا،

و بريطانيا، و ايطاليا (G. Camps, 1961, p. 140) ، لذلك نجد بالإضافة إلى هذا التنوع، عدة هياكل عظمية مدفونة في نفس القبر رغم ضيقه، نذكر على سبيل المثال لا الحصر:

وجود في معالم قاستال (تبسة) عدد يتراوح بين 4 إلى 10 هياكل عظمية، و في الركنية (قالمة) نجدها تصل إلى غاية 8 هياكل في القبر، و في عين الباي (قسنطينة) وصلت إلى غاية 11 هيكل (St. Gsell, 1927, p. 208)، و حسب الباحث لوجير، فقد وجد أكثر من 30 هيكل في سرداب تحت الصخر لمنطقة سيلا (عين مليلة) (F. Logeart, 1935-1936, p. 86) ، كذلك عثر في دولمانات بني مسوس (الجزائر العاصمة) على هياكل يتراوح عددها ما بين 4 إلى 8 هياكل (G. Camps, 1953, p. 359).

أدى هذا التنوع بالباحثين إلى تأريخ المعالم الجنائزية لفترات حديثة، معتمدين في ذلك على الأدوات التي تمثل فترات تاريخية متباينة، كالقطع النقدية التي وجدت داخل القبور، دون إعطاء تفاصيل عن أماكن وجودها، مثلما كان الحال بالنسبة للميدالية التي عثر عليها الباحث فيرو (L. Feraud) في إحدى دولمانات رأس العين بو مرزوق (قسنطينة)، و التي نسبها إلى فوستينا البكر زوجة أونتونينوس التقي (Antonin le pieux)، حيث بمجرد العثور على هذه الميدالية، أرخت أكثر من ألف دولمان لهذه المقبرة، إلى فترة متأخرة تعود إلى ما بعد القرن الثاني الميلادي، و بالتالي تجاهل الأثاث الجنائزي المتبقي الذي وجد داخل هذه الدولمانات، و نخص بالذكر الأدوات النحاسية التي تؤكد أقدمية هذه الدولمانات (L. Féraud, 1863, p. 222)، و لقد ظل هذا الاكتشاف معمول به لمدة حوالي قرن كامل، بمثابة مبدأ استند إليه سائر الباحثين في تأريخ المعالم الجنائزية لشمال إفريقيا، و الجزائر على وجه الخصوص، إلى فترات متأخرة، من بينها مقابر قاستال (تبسة)، و عين الباي (قسنطينة)، و سيلا (عين مليلة)، و سيقوس (أم البواقي)، و غيرها (G. Camps, 1961, p. 140) .

و في غياب القطع النقدية، راح الباحثون يعتمدون على القطع الفخارية المصنوعة بالدولاب و الأدوات الحديدية، دون الإهتمام بالفخار المشكل باليد، الذي عثر عليه بجانب رأس كل ميت، و كذا الأدوات النحاسية، و البرونزية، و العظمية و الحجرية، التي تعتبر مؤشرات لتأريخ هذه المعالم لفترات أقدم.

ففي رأي الباحث قزال، لا ينبغي إعطاء أهمية كبرى للأدوات المشكلة من الصوان و الفؤوس اليدوية المصقولة التي عثر عليها داخل المقابر، ذلك بحجة وجود تلك الأدوات في القبر و ليس مع الجثة (St. Gsell, 1901, p. 36) ، الأمر الذي أدى ببعض الباحثين، أمثال قوتيي (E. F. Gautier)، إلى انتقاد الباحث الألماني فروبنيوس (L. Frobénius, 1916)، الذي صرح بوجود هيكلين في أحد جثوات منطقة حاسي البقري(Haci-el-Begri) ببني ونيف (بشار)، حيث عثر داخل كل هيكل على رأس سهم حجري، إلاّ أن الباحث قوتيي، أصر أن القطعتين كانتا في القبر و ليس مع الهيكلين، بالرغم من عدم حضوره لعملية التنقيب. (E. F. Gautier 1921, p. 58)، علما أن الباحث كامبس يساند بدوره هذه الفكرة. (G. Camps, 1961, p. 146)

أما فيما يخص الأدوات النحاسية و البرونزية، فحسب الباحث قزال، فإن الأدوات المصنوعة من النحاس الخام لا تعود لفترة الكالكوليتي، كما أن الأدوات البرونزية هي الأخرى لا تعود إلى فترة سابقة للألفية الأولى، خاصة منها تلك التي وجدت مرفوقة بأدوات أحدث، و إنما تعود إلى الفترة المسيحية (St. Gsell, 1927, p. 223)، و هكذا راح الباحث قزال يؤكد أنه لا وجود لكل من عصري النحاس و البرونز في المنطقة، و أن معرفة الحديد لم تظهر إلا بمجيئ الفينيقيين، و ربط أصل كلمة "أوزال" الأمازيغية التي تعني حديد، بكلمة "بارزل" العبرية مرجعا أصلها، حسب رأيه إليها. كما يفسر استعماله في الحلي، لعدم اكتساب السكان للحلي الذهبية و الفضية (St. Gsell, 1920, p. 212)

نتج عن كل هذه الآراء إنساب كل المعالم إلى المراحل التاريخية، في الوقت الذي أرخت معالم مماثلة في أوروبا إلى العصر الحجري الحديث و عصر النحاس و البرونز، حيث تم تعميم تلك التأريخات المتأخرة على كل المعالم الجنائزية في الجزائر، بالرغم من قدم البعض منها (G. Camps, 1953, p. 513)، و أنجع أمثلة التي تؤكد ذلك نذكر:

- تأريخ الباحث قزال موقع علي باشا (بجاية)، إلى الفترة التي عرف فيها الإنسان الحديد، بحجة العثور على قطعة حديدية على بعد 50 م من الموقع (St. Gsell, 1920, p. 212)، بالرغم من إنسابه من طرف مكتشفه الباحث ديبروج (A. Debruge)، إلى الفترة الانتقالية ما بين عصر الحجارة و بداية استعمال المعدن الذي يعرف بالكالكوليتي، على أساس إحتوائه لأدوات حجرية، و عظمية، و نحاسية (حوالي 3 كلغ) (A. Debruge, 1906, p. 142) ، و قطع من بوتقة، بالإضافة إلى وجود عدد من الفلزات النحاسية، و نيازك، و الخبث المعدني الذي كان لا يزال ملتصقا بالفحم، الشيئ الذي يستدعي وجود ورشة لتعدين النحاس في المنطقة (A. Debruge, 1905, p. 122).

- كما دعّم الباحث قزال ما ذهب إليه بالاكتشاف الذي قام به الباحث فري (C. Viré, 1895, p. 104)، في ملجأ الشلال ببرج منايل، حيث عثر على سنارة حديدية مع أدوات حجرية يفوق عددها مئة قطعة، و فؤوس نيوليتية، و قطع فخارية، ذلك من أجل تأكيد انتقال سكانها مباشرة من عصر النيوليتي إلى فترة استعمال الإنسان للحديد، و تدعيم بذلك فكرة عدم وجود عصري نحاس و برونز في الجزائر. (St. Gsell, 1920, p. 211)

- كذلك أرخت الآلاف من دولمانات بونوارة (قسنطينة) إلى فترة حديثة، اعتمادا على قطعة فخارية وحيدة، وجدت في أحدى تلك الدولمانات، و التي تتمثل في جرة مصنوعة بالدولاب. حسب الباحث مارسي (M. Marçais) الذي قام بدراستها، فهي متزامنة مع عملية الدفن، و بالتالي أرخت هذه الدولمانات، من فترة تتراوح ما بين

200 م إلى عام 200 ق م، بالرغم من احتوائها كذلك على فخار يشبه الفخار النيوليتي، و قطع معدنية من البرونز، على حسب ما ذكره صاحب الاكتشاف (A . Debruge, L. Joleaud, 1916, p. 186).

– تأريخ دولمانات بني مسوس (الجزائر العاصمة) لفترة لا تتعدى القرن الثالث قبل الميلاد، رغم غياب القطع النقدية، و وجود فخار خشن ذو طابع عتيق، يعود إلى بداية عصر المعادن، خاصة أنه لا تظهر عليه تأثيرات بونية حسب الدراسة المورفولوجية التي قام بها الباحث كامبس. هذا إلى جانب العثور في هذه المعالم، على قطع فخارية ذات قاعدة مخروطية و نصف دائرية، التي تندرج ضمن الأشكال المعروفة في الفترة النيوليتية (G. Camps, 1953, p. 370)، و أدوات حجرية، و رخويات من بينها قواقع مثقوبة في غاية الأهمية، و التي لا وجود لها في المقابر الأخرى. (F. Regnault, 1883, p. 46).

تتعلق هذه التأريخات في الحقيقة، بحالات الدفن الأحدث التي عرفتها هذه المقابر، و ليس بالفترة التي تم تشييدها، ذلك ما أدى بالباحث قزال إلى الكشف عن الأخطاء التي وقع فيها الباحثون عند دراساتهم للمعالم الجنائزية، و حذّر من تأريخ المعالم و نسبها إلى فترات حديثة، بالاعتماد على القطع النقدية الرومانية أو الإسلامية أو الفخار الروماني، حيث سجل أن هذه المعالم عرفت استعمالات متكررة عبر الزمن، بالإضافة إلى أعمال التخريب، الشيئ الذي أدى الى ادراج قطع حديثة داخل القبر، لكنه حذر في الوقت نفسه، من الاعتماد على الأدوات النيوليتية في تأريخ هذه المعالم لفترات قديمة جدا، مؤكدا على وجودها في القبر و ليس مع الجثة (St. Gsell, 1927, p. 222).

و بالرغم من ذلك، فقد أرجع هذا الباحث كل الأثاث الجنائزي، الذي عثر عليه في الدولمانات، إلى فترة أقدمها لا تتعدى القرن الثالث قبل الميلاد (St. Gsell, 1927, p. 175) و السؤال الذي يطرح نفسه هنا:

ما هي المعايير التي اعتمدها الباحث قزال في تأريخ هذه المعالم؟ بما أنه لا يجب التركيز على المؤشرات الحديثة كالقطع النقدية و الفخار المصنوع بالدولاب، و لا على تلك الأدوات الأكثر أقدمية منها، كالأدوات الحجرية التي قد تؤرخ المعلم إلى الفترة النيوليتية.

هذا، و يتجلى مما سبق أن الباحث بالغ في استنتاجاته السلبية، خاصة حينما صرح أن سكان شمال إفريقيا يجهلون تماما حتى أبسط طريقة تمكنهم من دفن موتاهم، و هو ما يعني أنهم أهملوهم و تخلوا عنهم دون أي عاطفة و لا اهتمام، إلى غاية قدوم الفينيقيين و الرومان (St. Gsell, 1920, p. 274) .

و دائما في ذات الاطار، دعى الباحث كامبس من جهته، إلى الحذر من تأريخ هذه المعالم المتعددة الدفن استنادا إلى الأدوات الحديثة، و قدم قاعدة ألزم إتباعها خاصة في شمال إفريقيا، و المتمثلة في الاعتماد على الأدوات الأقدم التي ترافق أولى الهياكل العظمية، و يضيف قائلا أن هذا المعيار لم يكن معمول به في تاريخ الحفريات الأولى، أين ركز الباحثون على القطع الحديثة و القليلة في تحديث معالم هذه المنطقة. (G. Camps, 1961, p. 140)

و تجدر الإشارة إلى أن معظم هذه المعالم، خاصة منها الدولمانات، لا تحمل أي كتابات، و لا إشارة يمكن أن نعرف من خلالها أصل السكان الذين شيدوا هذه المعالم، الشيئ الذي دفع بعض الباحثين أمثال أوبوتي (M. Oppetit, 1870, p. 310) و فيدرب (G. Faidherbe, 1870, p. 82) إلى نسبها إلى شعوب عريقة و بعيدة عن بوادر التاريخ، و أن الأثاث الموجود بداخلها، سواء كان فخار أو أساور، له طابع بدائي يعود لفترة بعيدة عن الوجود الفينيقي.

كما أكد الباحث فيدرب أن هذه الدولمانات و المغارات مشكلة من حجارة خشنة، تظهر على البعض منها آثار استعمال أدوات للنحت، مما يدعم فرضية استعمال أهل هذه المقابر للمعادن (G. Faidherbe, 1867, p. 25)، كما اعترف بأقدمية دولمانات شمال

إفريقيا، خاصة منها تلك الموجودة في الجزائر، مقترحا بالتالي تأريخها إلى مرحلة لا تقل عن 1400 قبل الميلاد. (G. Faidherbe, 1870, p. 82)

و إضافة إلى التأريخ الذي قدمه الباحث فيدرب، نشير إلى تأريخ الباحث بورقينيات المتعلق بمقبرة الركنية (قالمة)، و الذي حدده إلى فترة تتراوح ما بين 2135 ق.م. إلى 1591 ق.م. على الأقل، مدعما ذلك بدراسة كرونوستراتيغرافية حول الحلزونيات المنتشرة داخل القبور، بصفته مختص في هذا الميدان، و توصل في الأخير بتأريخ دولمانات الركنية إلى 2200 ق.م. (J.-R. Bourguignat, 1869 a, p. 674) ، ففي هذا الشأن، لم يشاطر الباحث قزال هذه الاستنتاجات، حتى راح يوصف صاحبها بذي الخيال الواسع و الخطير (St. Gsell, 1901, p. 22)

دائما في مضمار التأريخات المقترحة، الجدير بالإشارة إلى تأريخات أخرى أكثر حداثة قدمها بعض الباحثون، على أساس معاينة قطع من الحلي لبعض القبور، و بالتالي عممت على كل المقبرة (M.C. Chamla, 1975, p. 660) و نذكر منها:

- مقبرة سيلا (عين مليلة)، التي حدد تأريخها إلى القرن الأول.
- مقبرة قاستال (تبسة)، التي يتراوح تأريخها بين القرن الأول ق.م والقرن الأول م.
- دولمانات بني مسوس، أين عثر في إحداهم على إناء يعود إلى عصر الحديد.
- مقبرة بوشان(تركبين بعين مليلة)، التي عثر فيها على قارورة تعود إلى القرن الرابع م.

أما فيما يخص التأريخات المطلقة التي أجراها الباحثون على المعالم الجنائزية، فهي قليلة جدا. فبالنسبة للمنطقة الشمالية، نشير إلى التأريخات التي أجريت على القطع الفحمية المستخرجة من جثوات الفرقان (Ferkane) بواد مونتانا (منطقة عنابة)، أين قام الباحث قريبينار (D. Grébénart) بتنقيبات. بعدما بعث حصيلة حفرياته (قطع فحمية، و هياكل عظمية و أثاث جنائزي) إلى مركز البحث في الأنتروبولوجية، و ما قبل التاريخ،

و الاتنوغرافيا (C. R. A. P. E) التي ضاع منها الكثير قبل وصولها إلى المركز، تم اجراء التحاليل على بعض القطع الفحمية التي نجت من الضياع، و التي أدلت بالتأريخ التالي:

- **جثوات الفرقان** .G.S.Y 155 : 1950 ± 160 قبل الحاضر، مما يعادل 10 سنة بعد الميلاد. (G. Camps, 1964, p. 298)

كما تمكنت الباحثة شاملا من جهتها، الحصول على بعض التأريخات المطلقة بإستعمال الكاربون 14 على عظام مستخرجة من المقابر الموجودة في المنطقة الشرقية، و في المنطقة الوسطى، و ذلك في نفس المخبر (Gif-sur-Ivette)، وهي كالتالي:

- **جبل ميستيري.** جيف 2841: 2490 ± 110 سنة، أي ما يعادل 540 ق.م.

أعتبر الباحث كامبس هذا التأريخ قديما جدا، بحجة تشابه الأثاث الجنائزي لهذه المقبرة مع أثاث مقبرة قاستال.

- **تيديس.** جيف 2844: 2200 ± 100 سنة، أي ما يعادل 250 ق. م.
- **بني مسوس.** جيف 2846: 2100 ± 100 سنة، أي ما يعادل 150 ق. م.
- **بونوارة.** جيف 2842: 1700 ± 110 سنة، أي ما يعادل 250 بعد الميلاد.

هذه التأريخات تتراوح بين القرن VI قبل الميلاد و القرنين III-II من الحاضر، و تعتقد الباحثة شاملا أن بعض هذه المقابر هي أقدم بكثير من التأريخات المسجلة، و ذلك راجع، كما سبق ذكره، إلى الدفن المتكرر الذي تعرفه. (M.C. Chamla, 1975, p. 661)

نشير كذلك إلى الحفرية الحديثة التي قام بها الباحث رميلي مصطفى، في مقبرة أشير بجبال التيطري، و التي أسفرت على أثاث معدني متنوع، إذ قدم من خلال بحثه، تأريخ حديث على عظام أستخرجت من معلمين (م. رميلي، 2002، ص. 181)، حيث جاءت نتائجه كالأتي:

- **أشير**. 2510 ± 120 سنة، أي ما يعادل 540 ق.م.
- **أشير**. 1265 ± 130 سنة، أي ما يعادل 315 ق.م.

أما بالنسبة للمناطق الجنوبية، فقد أرخ الباحث ميتر (J.P. Maître) سنة 1969، أحد الجثوات بالهوقار التي تعود إلى الألفية الرابعة (M. Tauveron, 1992, p. 5)، و هو تأريخ يتناسب مع تلك التي توصل إليها الباحث باريس (F. Paris) في مناطق مختلفة من شمال النيجر و الهقار، و التي تعود إلى العصر النيوليتي، و عصر المعادن (Paris F., 1996, p. 273).

1- علاقة الجزائر مع البلدان المجاورة في عصري النحاس و البرونز:

كانت لسكان شمال إفريقيا علاقات عريقة مع مصر، التي عرفت التعدين في فترة مبكرة، و خير دليل على ذلك العثور على نقوش صخرية في مصر، و التي تعود إلى الأسرة الحديثة و بالضبط إلى القرن 12 ق.م. تعبر تلك النقوش عن معركة بين رامساس III و شعوب ليبيين، ينعتها المصريون ب تيهينو(Tahennou) أو تميهو (Tamehou)، و التي تتكون من شعوب ليبو أو ريبو (Lébu ou Rébu)، و استنادا إلى تلك النقيشة، أكد بعض المختصين أن هذه الشعوب كانت بحوزتها أسلحة متنوعة و عربات، الشيئ الذي يدعم فرضية معرفة سكان شمال إفريقيا للمعدن بفترة أقدم بكثير من القرن 12 ق.م (H. Martin, 1867, p. 394).

و يدعم الباحث دومرق (F. Doumergue) نفس الفكرة، من خلال الاستنتاج الذي قدمه عند قراءته لمخطوط قديم كتبه الباحث فينانقر (A. Feningre) سنة 1889، و الذي يعتبر أول المستكشفين لمدينة وهران و ضواحيها. يشير ذلك المخطوط إلى أن سكان شمال افريقيا، عرفوا كيفية تصنيع المعادن قبل وصول هذه الحرفة إلى أوروبا، كما أن التطورات التي عرفتها المنطقة، منذ العصور الحجرية إلى غاية عصر الحجارة المصقولة، أقدم بكثير من تلك التي حدثت في فرنسا (F. Doumergue, 1927, p. 140).

و في سياق الحديث عن هذه التبادلات، يؤكد الباحث قزال على وجود علاقات مباشرة تعود للفترة النيوليتية، بين مصر و سكان الصحراء الجزائرية (St. Gsell, 1920, p. 109)، و يشير بدوره سوفيل (G. Souville) إلى التشابه الكبير في الصناعات الحجرية

المميزة لفترة نهاية الباليوليتي، و الفترة النيوليتية المعروفة في غرب الجزائر، مع تلك المعروفة بجنوب الجزر الإيبيرية (G. Souville, 1998, p. 164).

كما أكد كلا من الباحثان سوفيل و كامبس وجود علاقات منذ العصر الحجري الحديث، بين كل من الشرق الجزائري و تونس مع سردينيا(Sardaigne)، و صقلية (Sicile)، خاصة مع منطقة بانتلاريا(Pantelleria)، و يستدلون ذلك باكتشاف:

- أدوات حجرية نيوليتية من مادة السبج، في المناطق الشرقية و الغربية للجزائر، علما أنه، على حسب قول الباحثان، ينعدم توفر تلك المادة في هذه المناطق (G. Camps, 1965, p. 331)،(G. Souville, 1998, p. 167).
- انتشار الحوانيت في شرقي الجزائر و تونس، في الوقت الذي يكثر كذلك انتشارها في الجزر الايطالية خاصة منها سردينيا و ذلك منذ الكالكوليتي.
- امتداد الدولمانات على طول الشرق الجزائري، دليل على أصل سرديني–إيطالي، أما تلك الموجودة في المناطق الداخلية فهي مختلفة تحمل تأثيرات محلية، (G. Camps, 1965, p. 332) و هي فكرة تطرق اليها الباحثان مانتليوس (M. Montelius) و قزال من قبل، اللذان يعارضانها و يعتبرانها غامضة و غير مقنعة. (St. Gsell, 1901, p. 36).
- وجود تشابه كبير بين الفخار المشكل باليد المصنوع حاليا في باتنة و تونس، مع فخار المناطق الإيطالية، و باكتشاف قطع فخارية مماثلة داخل المعالم الجنائزية خاصة منها معالم قاستال (تبسة)، و مكتار بتونس، اتخذها الباحث كامبس كدليل قاطع على وجود تأثيرات أوروبية.
- و نجد نفس الأمر فيما يخص زخرفة الفخار المشكل باليد التي، على حسب قول الباحث كامبس، تستمد أصولها من الجزر الإيطالية (G. Camps, 1961, p. 399).

أما فيما يتعلق بالغرب الجزائري، أكد الباحثان كامبس و سوفسل، بوجود علاقات وطيدة بين أوروبا و إفريقيا، منذ العصر النيوليتي عبر مضيق جبل طارق، أو عبر بحر ألبوران (Mer d'Alboran)، و يستدل ذلك بما يأتي:

- الفخار الكاردي (cardial)، الذي عثر عليه في المغرب الأقصى (موقع أشكار و موقع غار كحال)، و في غرب الجزائر(G. Camps, 1965, p. 329) .
- الفخار الجرسي الشكل، الذي استمد أصله حسب الباحثين من الجزر الايبيرية، حيث عثر عليه في مواقع عديدة من المغرب الأقصى، و في المناطق الغربية و الوسطى للجزائر(G. Souville, 1998, p. 169).
- كما هو الحال بالنسبة للفخار البربري الذي يستمد خصائصه، حسب وجهة نظر كامبس، من الفخار الاسباني في الغرب و الفخار الصقلي في شرق الجزائر و تونس.(G. Camps, 1960, p. 32)
- انساب الأدوات المعدنية التي عثر عليها في المغرب الأقصى و الجزائر، إلى أصل إبيري لا جدال فيه، من بينها المدببات و الفؤوس التي تنتمي إلى منطقة خروبة و ستيدية بمستغانم، و كذا مدببة رأس شنوة (G. Souville, 1998, p. 170).

لم تكن هذه التبادلات في اتجاه أوروبا–شمال إفريقيا فقط، بل عرفت أوروبا هي الأخرى، في هذه الفترات وصول مواد من أصل إفريقي(F. Ait M'Hand, 1994, p. 11)، نذكر على سبيل المثال: بيض النعام، أنياب من العاج لبعض الحيونات (الفيلة، و وحيد القرن، و فرس النهر)، تم من خلالها تشكيل تماثيل، و أزرار، و لآلئ، و مشط، و أساور التي وجدت في مواقع إسبانية تعود إلى الفترة الكالكوليتية و عصر البرونز (G. Souville, 1998, p. 174).

و في هذا الصدد يقول قزال، أنه من المستحيل عدم إنساب لأصل إفريقي، عناصر العقد المشكلة من بيض النعام، التي وجدها الباحث سيري (M. Siret) في الطبقات النيوليتية الحديثة لموقع لوس ميلاراس (Los Millares) بإسبانيا (St. Gsell, 1920, p. 209).

و من ثمّ، تساءل الباحث كامبس عن كيفية تفسير مؤيدي النظرية، التي تعزل شمال إفريقيا عن كل التطورات التي حدثت منذ أواخر العصر الحجري، مع وجود كل هذه التأثيرات، خاصة منها الدولمانات و الحوانيت التي تندرج ضمن المعالم المستوردة من أوروبا(G. Camps, 1965, p. 330) ، لكن في اعتقادنا، السؤال الذي كان يجب على الباحث طرحه هو:

كيف يمكن تفسير ندرة الأدوات النحاسية و البرونزية السهلة للنقل، رغم تأكيده وجود كل هذه العلاقات و التأثيرات المتبادلة منذ أواخر العصور الحجرية؟

2- ندرة الأدوات النحاسية و البرونزية في الجزائر:

أجريت بالجزائر العديد من الحفريات المتنوعة، خاصة تلك التي تتعلق بالمعالم الجنائزية التي تعد بمئات الآلاف عبر التراب الوطني، و المتميزة، على حسب ما أشار إليه الباحثون، بغناء و تنوع آثارها مما جذب انتباه أهم الباحثين الأوروبيين، نذكر من بينهم العالم الألماني فروبينيوس (L.Frobenius).

و خير مثال للإدلاء عن مدى غناء تلك المعالم، نشير إلى ما ورد في المقال الذي نشر سنة 1837، من طرف الباحث دو لامال (Dureau de la Malle)، في مجلة: "مجمع المعلومات عن الرحلات الاستكشافية أو توطين الفرنسيين في مقاطعة قسنطينة" (Recueil de renseignements pour l’expédition ou l’établissement des Français dans la province de Constantine)، حيث سجل فيه أن الجنود الفرنسيين التقطوا منذ أولى الرحلات الاستكشافية في مقاطعة قسنطينة، أشياء جديدة و مدهشة عن آثار هذه المنطقة. كما صرح الباحث ماسييرا، أن الأبحاث التي أجريت في المراحل الأولى لهذه

الاستكشافات كانت فردية و متناثرة، و تم نشر القليل من نتائجها في مجلة: « Moniteur Algérien » أو في الأخبار « l'Akhbar » بقلم بربروجي (Berbrugger A.) ، الذي كان يتلقى معلوماته من الضباط الفرنسيين.

لقد تكاثرت المعطيات بشكل مدهش إلى غاية 1845، و ذلك عن طريق العسكريين و الموظفين، أمثال لابان (lieutenant-colonel d'artillerie Lapène)، الذي استقر 26 شهرا في بجاية، و كذلك رئيس الأطباء (Guyon)، الذي أعتبر بمثابة مستكشف الهضاب العليا و الزيبان، وغيرهم من هواة علم الآثار، الذين قامو بتنقيبات في مختلف أنحاء التراب الوطني، من قسنطينة و قالمة و سطيف، و تبسة...إلخ.

و في سياق ذكر هذه الأبحاث، نحن بدورنا نتساءل عن مصير نتائج تلك التنقيبات و تقارير أولئك الموظفين؟

و في هذا الشأن، تم تأسيس في سنة 1852، الجمعية الأثرية لمقاطعة قسنطينة (La société Archéologique de la province de Constantine)، التي كان ينشر فيها الباحثون تقاريرهم الإستكشافية المتعلقة بآثار هذه المنطقة، و بعد أربعة سنوات فقط من إنشاء هذه الجمعية، تأسست مجلات أخرى مواكبة لغزارة الاكتشافات الأثرية، كالجمعية التاريخية الجزائرية (Société Historique Algérienne) تحت رئاسة الباحث بربروجر (A. Berbrugger) بالجزائر العاصمة، ثم المجلة الإفريقية (Revue Africaine) ، و مجلة هيبون (l'Académie d'Hippone) .

و باكتساب هذه الآثار أهمية كبرى فاقت المستوى الوطني، خصصت فرنسا أموالا باهظة لتدعيم و تشجيع عملية البحث الأثري، خاصة تلك المتعلقة بالآثار الرومانية، و بالفترة الانتقالية التي كانت تعرف بالمرحلة السيلتية، و التي تندرج ضمنها كل الآثار و المعالم التي تنتمي لفترة فجر التاريخ، كما اهتمت كذلك بفترة ما قبل التاريخ. (P. Massiera, 1942, p. 68)

يتضح مما سبق، أنه بالرغم من إلحاح الباحثون إلى غنى و تنوع الآثار التي اكتشفوها خاصة تلك المتعلقة بفترة فجر التاريخ، إلاّ أنهم اتفقوا في نفي وجود عصري النحاس و البرونز، بسبب حسب رأيهم، "الفقر الكبير" للأدوات المعدنية المكتشفة في المعالم الجنائزية! يتبين كذلك من خلال حوصلة الأبحاث القديمة، نوع من التناقض و التضارب في الآراء فيما يخص مسألة وجود أدوات معدنية، و في سياق هذا الكلام، نذكر ما قام بتسجيله الباحث روغنول، حول دولمانات الجزائر التي يقول عنها أنه يكثر فيها الأثاث الجنائزي المتمثل في الأدوات البرونزية، مقابل ندرتها في دولمانات فرنسا (F. Regnault, 1883, p. 16)، علما أن العدد الإجمالي لهذه المعالم المنتشرة في كل أنحاء فرنسا لا يتعدى 3410 معلم جنائزي، موزعة عبر 78 مقاطعة، وهو العدد الذي يمكن إحصاءه بمقبرة الركنية (قالمة) بمفردها (حوالي 3000 دولمان، بالإضافة إلى مغارات يتراوح عددها بين 300 و 400 مغارة) (F. Regnault, 1883, p. 5) .

في البداية يتعين علينا طرح السؤال التالي: ما هي أسباب ندرة الأدوات المعدنية المحفوظة حاليا في متاحفنا، و التي قد تعود لعصري النحاس و البرونز في الجزائر؟

و محاولة منّا لعرض بعض عناصر الإجابة حول ندرة هذه الأدوات، و بناء على كل ما تقدم ذكره، قد يكون ذلك راجع بالدرجة الأولى إلى الزيارات المتعددة التي تعرضت لها المعالم الجنائزية، و التي كانت عرضة للتحريات، و التنقيبات، من قبل هواة علم الآثار، من عساكر و موظفين، خاصة تلك التي شهدتها الفترة الاستعمارية، و التي اعترف بها العديد من الباحثين من أمثال روغنول (F. Regnault, 1883, p. 10) و قزال (St Gsell, 1927, p. 207)، و غيرهم. و لقد أسفرت تلك الحفريات بالعثور على عدد معتبر من الأدوات النحاسية و البرونزية التي ضل مصيرها مجهولا إلى حد اليوم، و التي كان بإمكانها إثراء العدد القليل من الأدوات المعدنية التي أشار إليها الباحثون، و الجزم نهائيا في مسألة وجود عصر كالكوليتي أو على الأقل عصر البرونز.

و لتدعيم ما سبق ذكره، ينبغي الإشارة إلى تلك الأدوات المعدنية التي استخرجت من المعالم الواقعة داخل ملكيات الخواص، حيث لقيت عناية و حماية كافية تجنبا لأعمال الهدم و التخريب، مثلما كان الحال بالنسبة لدولمانات بني مسوس، الواقعة ضمن ملكية الباحث كستر (M. Kuster) الذي سهر على حمايتها، و التي إكتشف فيها عدد معتبر من الأدوات المعدنية، جزء منها محفوظ حاليا بمتحف الباردو، و هي تعد أكبر نسبة مقارنة مع الأدوات المكتشفة في المواقع الأخرى (F. Regnault, 1883, p. 9).

ينبغي الإشارة كذلك، إلى الأدلة الكثيرة عن العدد الكبير من الحفريات التي أجريت في شرق الجزائر و غربها، و التي ضلت نتائجها مجهولة، كما الحّ على ذلك بعض الباحثون الفرنسيين في منشوراتهم، نذكر من بينها:

- حفرية مقبرة الركنية (قالمة): يقول عنها الباحث قزال أنها من أهم المقابر المعروفة في الشرق الجزائري، حيث تمت بها عدة حفريات، منها حفرية الباحثان بورقينيات و فيدرب سنة 1967م، التي يصفها قزال بالحفريات الوحيدة التي كانت منتظمة نوعا ما (St. Gsell, 1901, p : 18). و لقد سجل من جهته الباحث فيدرب أن كاليني (M. Calinet)، الذي كان آنذاك مفتش الغابات، قام بالتنقيب على بعض القبور سنة 1860، **و** من "المؤكد" أنه عثر على عدد معتبر من الحلي، لكن نجهل تماما نتائج حفريته (G. Faidherbe, 1867, p. 20).
- دائما على حسب قول الباحث فيدرب (G. Faidherbe)، فإن المعالم الجنائزية التي قام بالتنقيب عنها في مناطق مختلفة من الشرق الجزائري (الركنية، و تبسة، و غيرهما)، معظمها كانت مخربة. (P. Broca, 1869, p. 342)
- و يشير من جهته الباحث شاباسيير (J. Chabassière)، أنه من بين المئات الدولمانات التي أجرى فيها التنقيبات في مناطق مختلفة، مثل سيقوس (أم البواقي)، و رأس العين بو مرزوق (قسنطينة)، و بوشان (أم البواقي) و غيرها، تعرضت للتنقيب من قبل، من طرف باحثين أو هواة أو لصوص، و يضيف قائلا

أنه كان هناك عدد من الدولمانات التي تبدو و كأنها سليمة، على أساس وجود البلاطة في مكانها الأصلي، لكن بمجرد التخلص من تلك البلاطة، يتضح أنها سبق و أن أجري فيها التنقيت، و أعيد غلقها بعناية (J. Chabassière, 1886-1887, p. 124).

- لقد أشار كذلك كل من فيرو و كريستي (M. Féraud et Christy)، إثر الحفريات التي قاما بها في رأس العين بو مرزوق، إلى وجود الآلاف من الدولمانات و المعالم المنتهكة. (P. Broca, 1869, p : 342)
- نذكر كذلك رحلة القائد منتريي (Cnt. Mennetrier) "الطويلة" في الشرق الجزائري، و الذي جاب من خلالها منطقة القل، حيث يقول عنها أنها تحتوي على دولمانات كثيرة و من النوع الضخم، و هي تشبه بكثير تلك التي توجد في أوروبا، و يضيف أنه أجريت فيها حفريات قديمة مجهولة. و لم تقتصر رحلة هذا القائد على الوصف و أخذ المقاسات فقط، و إنما قام كذلك، بالتنقيب على عدد معتبر من هذه المعالم، دون عرض تفاصيل نتائج حفرياته. (Ct. Mennetrier, 1914-1921, p. 115)
- من جانب آخر أكد الباحث قوتيي (E. F. Gautier)، أن الباحث الألماني فروبينيوس(L. Frobenius) ، قام بتنقيب مئات من القبور عبر التراب الوطني، بالاعتماد فقط على شكل غرف الدفن التي تدل حسب رأيه على وجود أو انعدام الأثاث الجنائزي فيها، فالجثوات التي تنطوي على غرفة دفن ذات حجارة مغروسة عموديا، و التي يسميها (standbau)، فهي في رأيه، لا تحتوي على أثاث جنائزي، أما الغرف التي تبنى بحجارة أفقية على شكل حائط، و التي يسميها (Schistbau)، فهي تحتوي على أثاث مهم جدا، مما جعله يستغني و يهمل عدد كبير من القبور اثر حفرياته العديدة، حينما يكون أمام غرف من نوع Standbau. (E. F. Gautier, 1921, p. 56)

- كما ذكر الباحث لوجير (F. Logeart) الذي كان آنذاك موظفا رئيسيا ببلدية عين مليلة، أن المعالم التي قام بتنقيبها سنتي 1933-1934، كانت في معظمها مخربة، خاصة منها المغارات، و يضيف قائلا: "أن الباحث الألماني فروبينيوس قام سنة 1914 بتخريب أجمل الدولمانات الموجودة في سيلا (عين مليلة) أكثر مما تم التنقيب عنها، و التي نجهل نتائجها" (F. Logeart, 1935-1936, p. 69) .
- كما أشار الباحث ديبروج (A. Debruge) ، في حفريته لمقبرة بونوارة (قسنطينة)، أن ندرة الأدوات المعدنية في هذه المقبرة، راجع إلى الحفريات المتعددة و العشوائية، إذ تظهر القبور من الخارج و كأنها سليمة، لكن في الحقيقة، منها ما تعرض للتنقيب في مرحلة قديمة جدا، و كذا تلك التي أجرى عليها التنقيبات الباحث بالاري (P. Pallary)، و التي عثر من خلالها على العديد من الأدوات، على حسب تصريح سكان المنطقة للباحث ديبروج. كما أشار هذا الأخير إلى أن الباحث بالاري قام بالتنقيب على عدد لا يحصى من المعالم عبر أنحاء الوطن، لكن نتائج أعماله ظلت في معظمها مجهولة (A. Debruge, L. Joleaud, 1916, p. 177).
- لقد تم تسجيل نفس الملاحظات بالنسبة لعدد من الباحثين الأخرين، منهم الباحثان ريقاس (Reygasse) و لاتابي (M.M. Latapie)، اللذان قاما بتنقيب مواقع عديدة، و في مناطق مختلفة دون نشر نتائج حفرياتهم. و في سياق ذكر هذه الحفريات، نذكر تلك التي قاموا بها في مقبرة قاستال بتبسة، التي تعد هي الأخرى من بين أهم المقابر في الشرق، و كذا موقع مغارة الداموس الأحمر (تبسة) سنة 1913 الذي يعتبر، حسب بعض الباحثين، موقعا هاما جدا من الفترة النيوليتية، و الذي جرّد من كل آثاره (G. Camps 1961, p. 388) .

كما عرفت المنطقة الوسطى للجزائر هي الأخرى، حفريات كثيرة مجهولة في مقابر مهمة نذكر أهمها:

- دولمانات بني مسوس، التي تعتبر من أهم المقابر الواقعة في الجزائر العاصمة، و التي عرفت هي الأخرى حفريات قديمة متعددة، منها ما ظل مجهولا لإنعدام التقارير، و منها ما وصل إلينا من نتائج، وهي كالتالي:

  - الحفرية التي قام بها الباحث بربروجر (Berbrugger) سنة 1861، حيث يقتصر كل ما ورد حولها، في احتفاظ الباحث على ابزيم من البرونز. و بصدد ذكر الباحث بربروجر، تجدر بنا الإشارة إلى التقرير الذي قدمه حول الاكتشافات التي أجراها السيد ماطلاه (Matelas)، قاضي المحكمة المدنية آنذاك لولاية الجزائر، بالمعالم الجنائزية الواقعة بالقلعة (El Kalaa) (دوامانات بني مسوس)، حيث يقول أنه قام بتسليم للمتحف المركزي مجموعة من العظام، و الأدوات المتمثلة في فؤوس يدوية، و رؤوس سهام و غيرها(A. Berbrugger, 1857, p. 485).

  هذا إلى جانب حفرية الدكتور برتران (Dr. Bertherand) سنة 1868، و الدكتور بورجو (Dr. Bourgot) سنة 1868، و الباحث كستر (M. Kuster) ما بين 1882 و 1904، و حفرية لوغو (Le Goux) بين 1898 و 1904، و حفرية مارشان (M. Marchand) سنة 1931 (G. Camps, 1953, p. 335)، و كذا حفرية السيد لوري (M[r] Lloret)، التي أشار إليها الباحث سوفيل، و التي نجهل عنها كل شيئ (G. Souville, 1956, p. 224).

  - و من مجموع كل هذه الحفريات المعروفة، لم يتم نشر سوى التقريرين المتعلقين بحفريات برتران Dr. Bertherand و مارشانM. Marchand، مع العلم أن الأدوات الوحيدة المحفوظة حاليا في متاحفنا، ترجع لحفريات الباحث كستر، الذي أداعها في المتحف الوطني للآثار

القديمة، لتحول فيما بعد إلى متحف الباردو (G. Camps, 1953, p. 335).

- كذلك بالنسبة لمنطقة الجلفة التي يوجد بها مقابر مهمة، و التي لم يتم العثور فيها، على حسب ما ذكره الباحث قزال، إلا على هياكل عظمية، بسبب الزيارات العديدة التي شهدتها المقابر الأثرية. (St. Gsell, 1901, p. 18)

- إلى جانب كل ما سبق ذكره، ينبغي كذلك الإشارة إلى عدد من المواقع الأخرى الواقعة في الوسط الجزائري، و المعروفة ببعض الأدوات المعدنية الهامة، نجهل تماما تفاصيلها، و الظروف التي وجدت فيها، نذكر منها، أدوات موقع بشرشال، و موقع برأس شنوة، و في مغارة غولندا(تيبازة)، و غيرها، حيث عرفت هي الأخرى حفريات، ضلت نتائجها مجهولة (G., Souville, 1953).

أما فيما يخص المنطقة الغربية، فهي لم تحض بالأبحاث بنفس الوتيرة التي عرفتها منطقة الشرق، التي لقيت اهتمام الباحثين بحكم إنتشار فيها مئات الآلاف من القبور الميغاليتية. و بالرغم من ذلك، فلقد شهدت المنطقة الغربية، هي الأخرى عددا من الحفريات التي أجريت من طرف بعض الباحثين، مع العلم أنه، البعض منهم فقط حرسوا على نشر نتائج أبحاثهم، نذكر من بينهم دوبايل (R. De Bayle Des Bayle Des Hermens)، و بينشون (Dr. Pinchon)، و كادنا(P. Cadenat)، و ديسيني (Cap. Dessigny) و غيرهم. أدت تلك الحفريات إلى اكتشاف أدوات معدنية متنوعة، خاصة منها الأسلحة المشكلة من النحاس و البرونز، التي تكاد تنعدم في المناطق الأخرى، علما أنه لا وجود لأي أثر لمعظم هذه الأدوات، في الوقت الذي أديع البعض منها في متاحف أجنبية (G. Camps, 1992a, p. 2064).

- لقد أشار الدكتور بينشون (Dr Pinchon)، إلى العدد الكبير من الأدوات النحاسية التي عثر عليها أمام جثى منطقة الضايا (بوسووي قديما) و تلاغ بسيدي بلعباس

و ليس بداخلها، مضيفا أن هذه المنطقة غنية بهذا النوع من المعالم، التي كانت في معظمها عرضة للتخريب من طرف أشخاص من المغرب الأقصى، على حسب تصريح المعمرين الفرنسيين، و السكان المحليين. كما أثار الباحث فكرة إمكانية إنتماء هذه الجثى إلى فترة العصر الحجري؟ على أساس وجود أدوات حجرية داخل هذه المعالم، و الخصائص المورفولوجية الغريبة لبعض العظام المستخرجة منها، و التي تشبه على حسب رأيه، عظام انسان النيوندرتال. و لقد ندّد الباحث الحفريات غير المنتظمة و العشوائية التي قام بها، كل من بالاري، كاريار، و دومرق(Pallary, Carrière, Doumergue) في المنطقة. (Dr Pinchon, 1936, p. 388)

- دائما فيما يتعلق بالحفريات العشوائية، و في مقال للباحثان دو بايل و كالفي (R. De Bayle Des Hermens et R. Calvet) حول المعالم الجنائزية لموقع مشرع الصفا في أعالي مينا بتيارت، تم تسجيل نفس ظاهرة التخريب، إذ وجدا معظم هذه "المقابر" أتلفت جراء الحفريات العشوائية، لكن رغم ذلك فإن الباحثان يؤكدان أن هذه المعالم، خاصة منها الميقاليتية تعود لنهاية الفترة النيوليتية، وأنها تطلبت يد عاملة معتبرة، و بالتالي وجود مجتمع طبقي. (R. De Bayle, R. Calvet, 1966, p. 377).

و عليه، فبالرغم من تعدد الحفريات، إلا أنه لم يتم في معضمها اصدار نتائجها، و حينما يحرس الباحث على نشر نتائجه، يقتصر الأمر في غالب الأحيان على عرض معلومات سطحية جدا، مجردة من التفاصيل و الصور، خاصة عندما يتعلق الأمر بالمعدن. و الدليل على ذلك، نذكر على سبيل المثال:

- حفرية فيدرب سنة 1867، بمقبرة الركنية التي يقول عنها الباحث قزال، أنها من أهم المقابر في الشرق التي أجريت فيها حفريات منتظمة، لكن لم يولي الباحث

فيدرب في مقاله أهمية للأدوات المعدنية مثلما فعله بالهياكل العظمية (G. Faidherbe, 1867).

- حفرية الباحث فيري (C. Vire) لمقبرتين بمنطقة تنية (بومرداس)، حيث توجد الأولى في مرتفع دراع زبوج، و الثانية في المرتفع المقابل له. تنتشر في هذه الأخيرة دولمانات قصيرة (Ciste)، عثر فيها الباحث على أكثر من مائة هيكل عظمي، و فخار مشكل باليد، و اكتفى بالاشارة إلى وجود **حلي من البرونز**. (G. souville, 1956, p. 255).
- ناهيك عن المئات من الحفريات التي قام بها الباحثان بالاري و لاتابي في عدد من المواقع، نذكر على وجه الخصوص موقع رفانا (بتبسة)، الذي سجل فيه الباحث ديبروج وجود أدوات حجرية، و فخار، و لآلئ من الزجاج، و **حلي من النحاس**. (A. Debruge, 1910, p. 82)
- أكد كذلك من جهته الباحث كامبس، بعد إطلاعه على مخطوطة لم يسبق الإطلاع عليها من قبل، أنه تم العثور من طرف الباحث لاتابي، إثر قيامه بحفرية الكويف بتبسة، على أساور، و حلقات أرجل من البرونز، من دون تقديم تفاصيل أخرى حول هذا الأثاث (G. Camps, 1961, p. 441).
- نفس الإستنتاج يمكن استخلاصه كذلك، فيما يتعلق بمعطيات حفريات دولمانات منطقة عين بو خميس بميلة، حيث تقتصر تلك المعطيات على ذكر وجود دولمان جد هام "جميل"، به نماذج من "صناعة بدائية" (J. Bosco, 1918, p. 118)

و في سياق آخر، لا تفوتنا الإشارة إلى العديد من الأثاث الجنائزي، ضمنه أدوات معدنية، الذي أديع في متحف المعروف بـ « Musée de la Société de Climatologie Algérienne » حيث كان الدكتور بارتران (Dr Bertherand) أمينا عاما له، علما أنه إستحال علينا تحديد مقره، الذي يجهله الباحث كامبس أيضا. و من بين الأدوات التي أدعت في هذا المتحف، نذكر الأدوات المؤرخة من الباليوليتيك و النيوليتيك لمغارات قمة

بسكاد (pointe Pescade)، و الصخرة الكبيرة بعين البنيان (Grand Rocher)، و الهياكل و المرفقات الجنائزية منها المعدنية التي عثر عليها الدكتور بارتران في دولمانات بني مسوس سنة 1868 (G. Camps, 1953, p. 332)، و كذا الأدوات المعدنية المستخرجة من مقبرة الركنية، و التي بعث بها الباحث فيدرب و لم تصل إلى مقصدها (G. Faidherbe, 1867)، و غيرها من الأمثلة التي يتضح من خلالها فقدان أدوات كثيرة ذات أهمية.

و استنادا إلى كل ما سبق عرضه من المعطيات، نحن نتساءل هل يحق للباحثين الإصرار في التشكيك، حول حقيقة عدد معتبر من الأدوات التي اختفت جراء تلك الحفريات العشوائية، التي نتج عنها تخريب المئات من المعالم، إن لم تكن ضمن المجموعات المتحفية لبعض الخواص، و بالتالي الإعتماد تلقائيا على الأدوات القليلة المحفوظة في المتاحف، لتبرير عدم وجود عصري النحاس و البرونز في الجزائر؟

و عليه تبدوا مسألة عصري النحاس و البرونز في الجزائر معقدة نوعا ما، في الوقت الذي يصرح فيه نفس الباحثين، أمثال قزال، بوجود حلي مصنوع من النحاس و البرونز في كل أنواع القبور، من تومولوس، و دولمان، و شوشات، و كروملاك، و غيرها من المعالم الجنائزية (St. Gsell, 1927, p. 223)، و يؤكد كذلك الباحث كامبس من جهته، على احتواء المعالم الجنائزية المنتشرة في شمال إفريقيا على حلي غني من مادة البرونز، المتمثل في الأساور، و حلقات أرجل، و عناصر عقد، و أدوات أخرى متنوعة. (G. Camps et P. R. Giot, 1960, p. 256)

II- / الأدوات النحاسية و البرونزية المكتشفة في الجزائر:

إن المنشورات المتعلقة بنتائج حفريات المواقع الأثرية، التي عثر إثرها على أثاث جنائزي معدني قليلة جدا، في الوقت الذي تنعدم فيه تقارير عدة حفريات التي نجهل عنها كل شيئ. و من خلال البحث التوثيقي الذي بادرنا به سابقا في إطار تحضير مذكرة الماجستير (خ. عياتي، 2003، ص. 66-176)، و كذا الإطلاع عنها للقيام بهذا البحث، تبين أنه تم العثور على عدد لا يستهان من الأدوات المعدنية، و التي تتمثل في معظمها من حلي و نسبة قليلة جدا من الأسلحة، مع العلم أنه لم يحرص معظم الباحثين في تحديد ضروف اكتشافها، و مكان حفظ تلك الأدوات الذي تمّ بصفة تلقائية، إلاّ في حالات نادرة. و بالرغم من ذلك، حاولنا رصد موجز شامل يتضمن مجموع الأدوات التي تمكننا من إحصائها، ليتسنى لنا ابراز تعداد و مدى تناثر تلك الأدوات المعدنية التي تشكل المرجع الأساسي للإدلاء عن وجود عصري النحاس و البرونز.

و لقد قام الباحث توفرون، في إطار تحضيره لمذكرة بالمدرسة العليا للعلوم الإجتماعية (M. Tauveron, 1988, p. 46)، بإحصاء، في المغرب، أكثر من 250 حلية مشكلة من مادتي النحاسي و البرونز، حيث عثر على ما يقرب 88% من مجموع هذه الأدوات داخل المعالم الجنائزية، التي تقع في معظمها بمنطقة الشرق الجزائري. و إذا كان بإمكان الباحثين التعرف على مختلف أشكال هذا الحلي المميز لفترة فجر التاريخ، و المتمثل في أساور الأيدي، و حلقات الأرجل، و أقراط، و حلقات عقد، و خواتم، و غيرها، إلا أنه نفتقر في الوقت الراهن إلى الدراسات المتعلقة بمحاولة تصنيف هذه الأدوات، سواء كان ذلك في الجزائر أو في باقي مناطق شمال افريقيا، بإستثناء تلك الدراسة الحديثة التي بادرت بها الباحثة أيت محند، حول الحلي الخاص بفترات ما قبل التاريخ و فجر التاريخ للمملكة المغربية، ضمنه الحلي المعدني (F. Ait M’Hand, 1994).

و حينما تطرقنا للبحث التوثيقي من أجل هذه الدراسة، تبين أن هذا الموضوع لم ينل قسطا وافرا من اهتمام الباحثين، و ربما يرجع السبب في ذلك إلى الظروف التي أجريت فيها الحفريات القديمة، التي لم يراع فيها الباحثون المعايير العلمية المعمول بها في ميدان علم الآثار، و كذا المعالجة السطحية لنتائج تلك الحفريات التي تتجلى من خلال منشوراتهم، خاصة فيما يتعلق بموضوع الأدوات المعدنية، الذي غالبا ما يتوقف الأمر فيه، على تقديم مواصفات سطحية و بعض المقاسات، و كذا عدم ادراج صور توضيحية. (D. Grébénart, 1990, p. 229).

و من أجل الإلمام بمختلف جوانب موضوع دراستنا هذه، استوجب علينا الفرز و الإطلاع على اكبر عدد ممكن من تقارير الحفريات، حتى يتسنى لنا تحديد بقدر الإمكان تلك التي تم العثور فيها على الأدوات النحاسية و البرونزية، سواء حدد فيها الباحث مكان حفظها، أو لم يحدد ذلك.

1- الأدوات المعروف مكان حفظها:

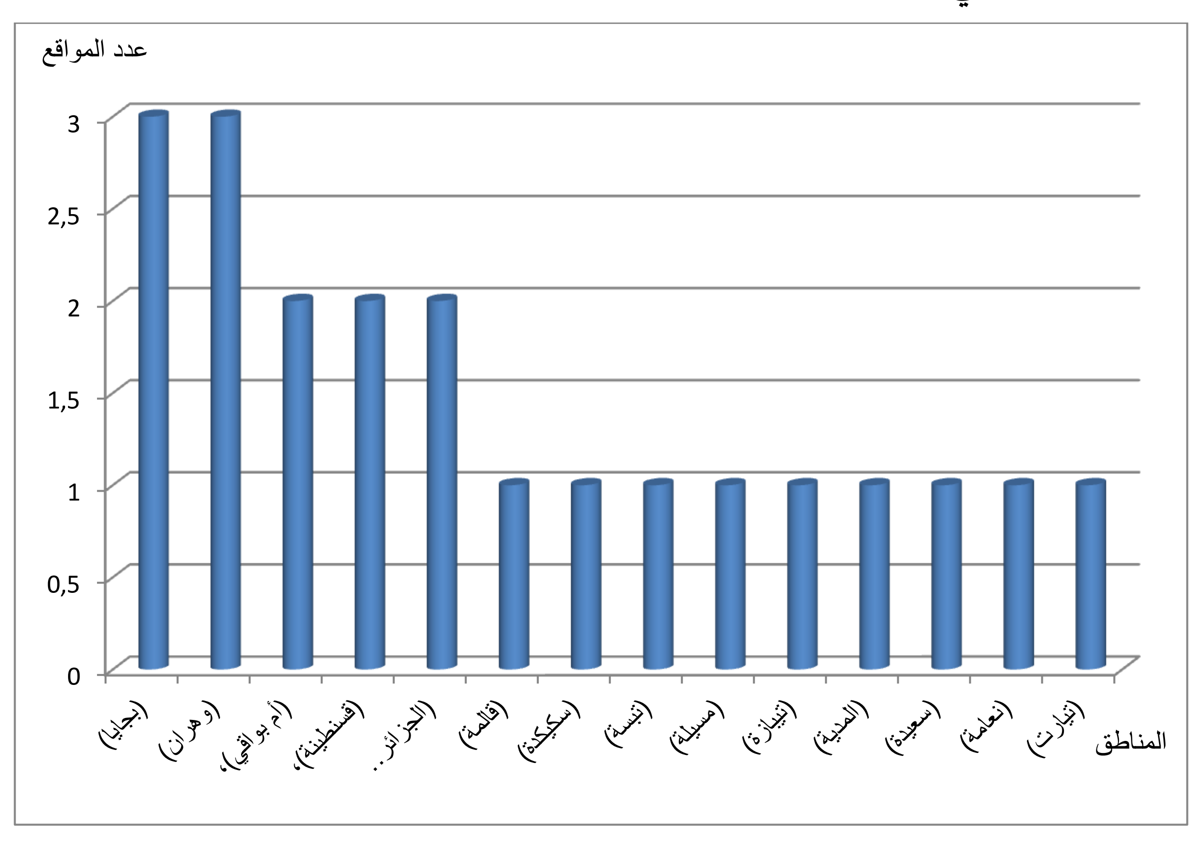
تمكنا في هذا الصدد احصاء واحد و عشرون (21) موقعا، حدد فيها الباحثون مكان حفظ الأدوات التي عثروا عليها، و التي نستعرضها في الجدول التالي:

الأدوات المعروف مكان حفظها					
المناطق		عدد المواقع	اسم الموقع	عدد الأدوات	
				نحاس	برونز
الشرق	سكيكدة	1	عين شرشار (Auribeau)	؟	1
	قالمة	1	الركنية	0	16>
	أم البواقي	2	سيلا	1	13
			سيقوس	؟	2
	تبسة	1	قاستال	0	36
	قسنطينة	2	بونوارة	0	3
			رأس العين بومرزوق	7	0
	بجاية	3	الإغواد	1	0
			قمة القردة	7	0
			علي باشا	26	0
	مسيلة	1	المعاضيد	2	7
المجموع		11		44	78>
الوسط	الجزائر العاصمة	2	بني مسوس	0	64
			سركوف	0	7>
	تيبازة	1	مغارة رولاند	0	2
	مدية	1	أشير	0	30
المجموع		4		0	103>
الغرب	النعامة	1	عين الصفراء	0	11
	تيارت	1	سوامة مشرع الصفا	0	1
	سعيدة	1	مغارة شتان (Chatin)	1	0
	وهران	3	عين القدارة	3	0
			موقع بوهران	؟	3
			سيدي بن يبكة (Kleber)	0	3>
المجموع		6		4	18 >
الحصيلة		21		48>	199>

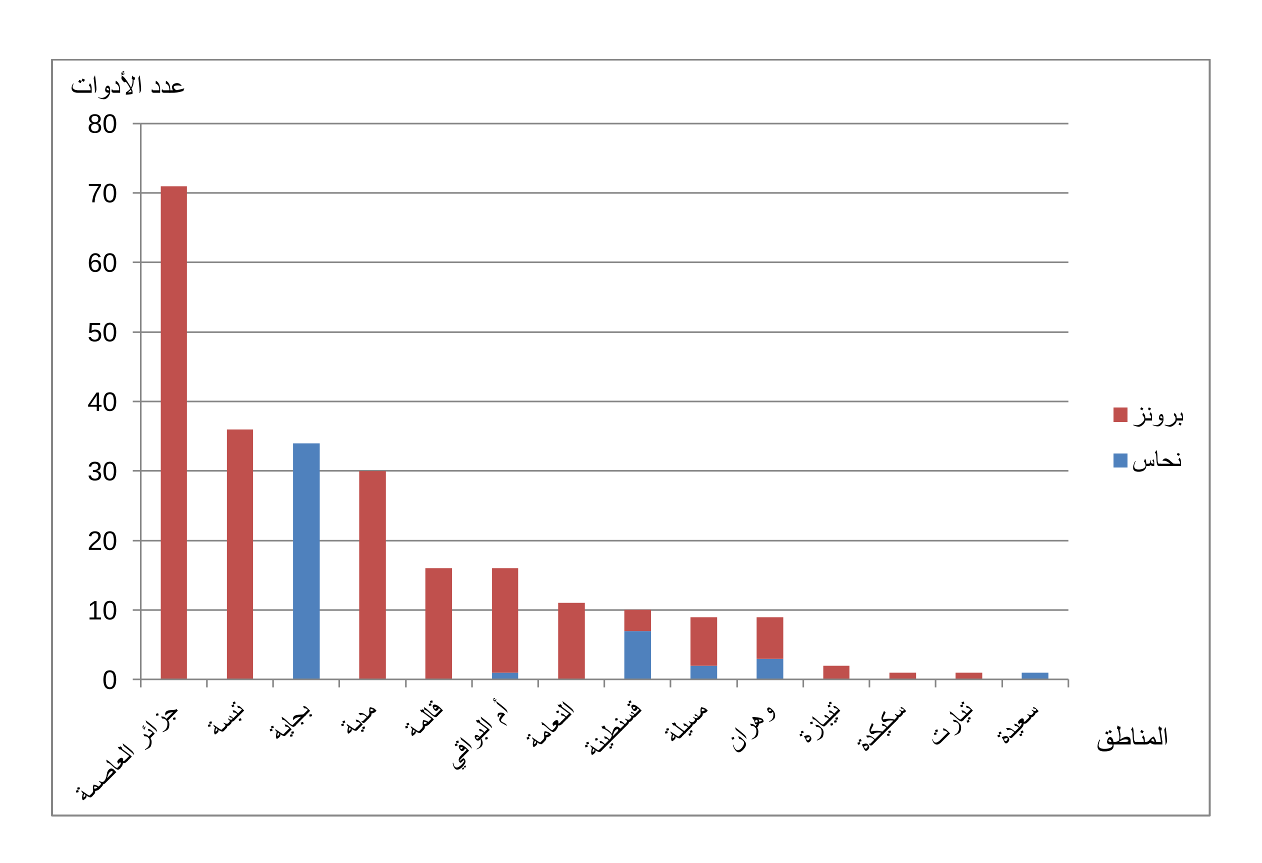
جدول.2- توزيع الأدوات النحاسية و البرونزية المعروف مكان حفظها.

نستخلص من خلال تحليل الجدول 2، أن العدد الإجمالي للأدوات التي أنسبت للمواقع المشار إليها، يقدر بأكثر من مئة و سبعة و أربعون (247) أداة من النحاس و سبائكه، نميز من بينها أكثر من ثمانية وأربعون (48) قطعة نحاسية، و مئة و تسعة و تسعون (199) قطعة برونزية. و إذا إعتذر علينا تحديد بصفة دقيقة عدد هذه الأدوات، فذلك راجع أساسا، لإنعدام العدد الدقيق للأدوات في بعض المنشورات من جهة، و لعدم تحديد، في بعض الحالات، طبيعة المادة الأولية المكونة لها من جهة أخرى.

أما من خلال التوزيع الجغرافي للمواقع التي أكتشف فيها الأدوات، يتضح من خلال الشكل 5، أن منطقتي وهران و بجاية، تتميزان بأكبر عدد من المواقع الأثرية، لتأتي فيما بعد كل من مناطق أم البواقي، و قسنطينة، و الجزائر العاصمة، مع العلم أن وفرة المواقع في بعض المناطق، لا يعني حتما إحتواءها على أكبر عدد من الأدوات المعدنية، كما يظهر ذلك في الشكل 6، حيث تنفرد الجزائر العاصمة بأكبر عدد من الأدوات.

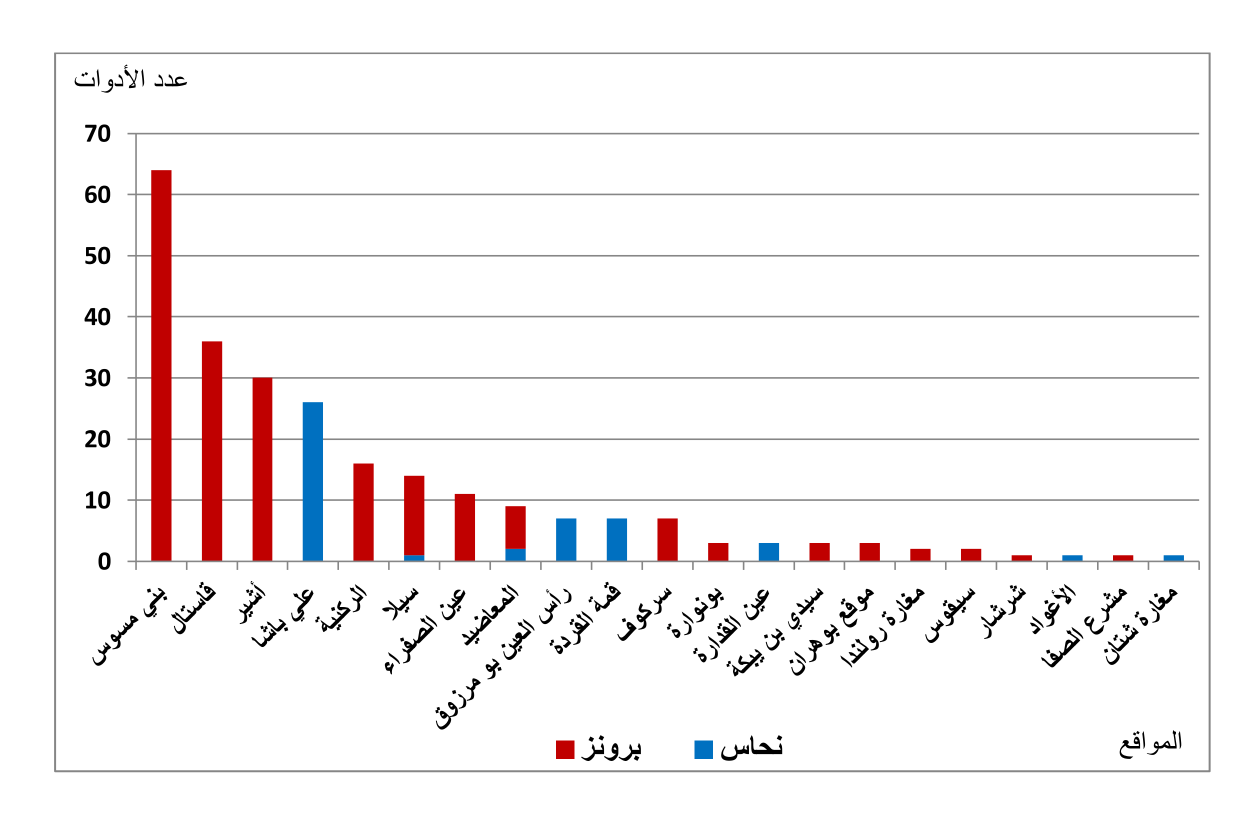


شكل.5- تعداد المواقع التي عثر فيها على أدوات من النحاس و سبائكه.



الشكل.6- توزيع الأدوات المعدنية عبر المناطق.

أما بالنسبة للمواقع التي توفر فيها أكبر عدد من الأدوات، و في مقدمتها مقبرة بني مسوس، التي تحتوي على أكبر عدد من الأدوات المشكلة من مادة البرونز، كما يتضح ذلك من خلال الشكل 7، ثم تليها مقبرة قاستال، و موقع أشير بأدواتهما المشكلة هي الأخرى من مادة البرونز، لتأتي فيما بعد أدوات موقع علي باشا ببجاية، المشكلة خصيصا من مادة النحاس، و بالرغم من النسبة العالية للمعالم التي تتوفر عليها كل من مقابر الركنية، و بونوارة، و رأس العين بو مرزوق، و غيرها، إلاّ أن عدد الأدوات التي أنسبت إليها قليل جدا، بالمقارنة مع المواقع الأخرى التي لا تتوفر فيها المعالم بكثرة.



الشكل.7- توزيع الأدوات المعدنية حسب المواقع.

1. 1- الأدوات المعدنية لمنطقة الشرق الجزائري:

لقد تم إحصاء بمنطقة الشرق الجزائري، إحدى عشر (11) موقعا، يتوفر فيها الأثاث المعدني، و الذي يقدر بأكثر من مئة و إثنان و عشرون (122) أداة (الجدول 2، ص. 60)، تتكون هذه الأدوات من ثمانية و سبعين (78) قطعة برونزية و أربعة و أربعين (44) قطعة نحاسية، تم إيداعها حسب المنشورات المتعلقة بها في كل من متحفي سيرتا و الباردو، أو في متاحف أجنبية، كما نلخصه في ما يلي.

الأدوات المعدنية	مكان حفظها حسب المنشورات: متاحف وطنية	مكان حفظها حسب المنشورات: متاحف أجنبية	مكان حفظها الحالي
الركنية (قالمة): حفرية فيدرب (G. Faidherbe, 1867)	Musée de la Soc de Climatologie Algérienne	–	مفقودة
حفرية بورقينيات (J. R. Bourguignat,1869 b)	–	سان جرمان أولاي St Germain en Laye	موجودة
حفرية ألكيي 1932 (Mme Alquier (G. Camps, 1952, p : 514)	–	مجموعة خاصة	؟
قاستال (تبسة) (G.Camps, 1952, p :541)	–	متحف الباردو	– الباردو – سان جرمان
سيلا (عين مليلة) (F. Logeart, 1935-1936)	متحف سيرتا	–	موجودة
سيقوس (أم البواقي) (J. Chabassière, 1886-1887	متحف سيرتا	–	غير موجودة
قسنطينة: رأس العين بو مرزوق (L. Feraud,1863)	متحف سيرتا	–	غير موجود
قسنطينة: بونوارة (G. Camps, F. H. Camps, 1964)	متحف سيرتا	–	متحف الباردو
عين شرشار (Auribeau) (سكيكدة)(M. Cussin, 1931)	متحف سيرتا	–	غير موجود
المعاضيد (المسيلة) (Cpt Boysson, 1869)	متحف سيرتا	–	غير موجود
بجاية: الأغواط (A. Debruge 1903)	متحف سيرتا	–	موجود
بجاية: قمه القردة (A. Debruge 1905, 1916)		–	موجود
بجاية: علي باشا (A. Debruge,1906)		–	متحف بجاية
مجموع الأدوات	**> 122 أداة من النحاس و سبائكه**		

جدول.3– أماكن حفظ الأدوات النحاسية و البرونزية المكتشفة في منطقة الشرق.

1. 2- الأدوات المعدنية لمنطقة الوسط الجزائري:

فيما يخص الأدوات التي أدرجناها ضمن منطقة الوسط الجزائري، لقد تمكننا من إحصاء أكثر من مئة و ثلاثة (103) أداة من نحاس و سبائكه (الجدول 2، ص. 60)، موزعة على أربعة مواقع فقط، كما يتضح ذلك من خلال الجدول التالي:

الأدوات المعدنية	مكان حفظها حسب المنشورات		مكان حفظها حاليا
	متاحف وطنية	**متاحف أجنبية**	
بني مسوس(الجزائر العاصمة) (G. Camps 1953)	متحف الباردو	–	موجودة
سركوف (عين طاية) (G. Souville, 1956)	–	الإنسان بفرنسا Musée de l'Homme	؟
مغارة رولاندا (تيبازة) (C. Brahimi, 1970)	متحف تيبازة	–	غير موجودة
أشير (مدية) (م. رميلي، 2002)	متحف مدية	–	موجودة
مجموع الأدوات	**> 103 أداة برونزية**		

جدول 4: أماكن حفظ الأدوات النحاسية و البرونزية في منطقة الوسط.

1. 3– الأدوات المعدنية لمنطقة الغرب الجزائري:

أما بالنسبة للمنطقة الغربية من الجزائر، فمن مجموع ستة مواقع التي توفر فيها الأثاث المعدني، تمكننا من إحصاء أكثر من إثنان و عشرون (22) أداة نحاسية و برونزية (الجدول 2، ص. 60)، تم إيداعها إما في متحف وهران، أو في متاحف أجنبية، أو هي ضمن مجموعات خاصة، كما يتبين ذلك في الجدول التالي:

الأدوات المعدنية	مكان حفظها حسب المنشورات		مكان حفظها الحالي
	متاحف وطنية	متاحف أجنبية	
موقع سومة مشرع الصفا (تيارت) (M.Tauveron 1992, p :80)	–	مجموعة خاصة عند الباحث دو بايل	؟
مغارة شتان (Chatin) (سعيدة) (F. Doumergue, 1936, p :48)	متحف وهران	–	غير موجودة
سيدي بن يبكة (Kleber) (وهران) (R. Thouvenot, 1931)			
موقع عين القدارة (وهران) (F. Doumergue, 1936, p :44)			
عين الصفراء (النعامة) (Cap. Dessigny, 1908)			موجودة
موقع بوهران (M. Tauveron, 1992)	–	متحف فيجاك Musée de Figeac au Lot	موجودة
مجموع الأدوات	>22 قطعة من النحاس و سبائكه		

جدول.5- أماكن حفظ الأدوات النحاسية و البرونزية في الغرب

1. 4- دراسة الأدوات حسب توزيعها عبر المتاحف (وطنية و أجنبية):

بعد عملية تحليل المعطيات التوثيقية، التي توفر فيها تحديد أماكن حفظ الأثاث المعدني، تمكننا من استخلاص أهم المؤسسات المتحفية، التي تم فيها إيداع ذلك الأثاث، مراعاة في ذلك تحديد المصدر الجغرافي للأدوات (الجداول 3، ص. 64، و 4، ص. 65، و 5، ص. 66)، و هي تأتي على النحو التالي:

أولا: المؤسسات المتحفية الوطنية:

- متحف سيرتا، (أدوات منطقة الشرق).
- متحف الباردو، (أدوات منطقتي الشرق و الوسط).

- متحف مدية، (أدوات موقع أشير بالمدية).
- متحف بجاية، (أدوات موقع علي باشا ببجاية).
- متحف تيبازة، (أدوات منطقة الوسط).
- متحف وهران، (أدوات منطقة الغرب).

ثانيا: المؤسسات المتحفية الأجنبية (فرنسا):

- متحف سان جرمان أون لاي (أدوات موقع الشرق، و الوسط).
- متحف الإنسان بفرنسا (أدوات موقع الوسط).
- متحف فيجاك بالوت (أدوات مواقع الغرب الجزائري).

هذا، و لم نكتفي بالرجوع إلى المعطيات التوثيقية الدالة على أماكن حفظ الأدوات المعدنية، بل أوجب علينا التحقق من صحة تلك المعطيات، من خلال القيام بزيارات ميدانية إلى المتاحف، و الإتصال بالبعض الآخر.

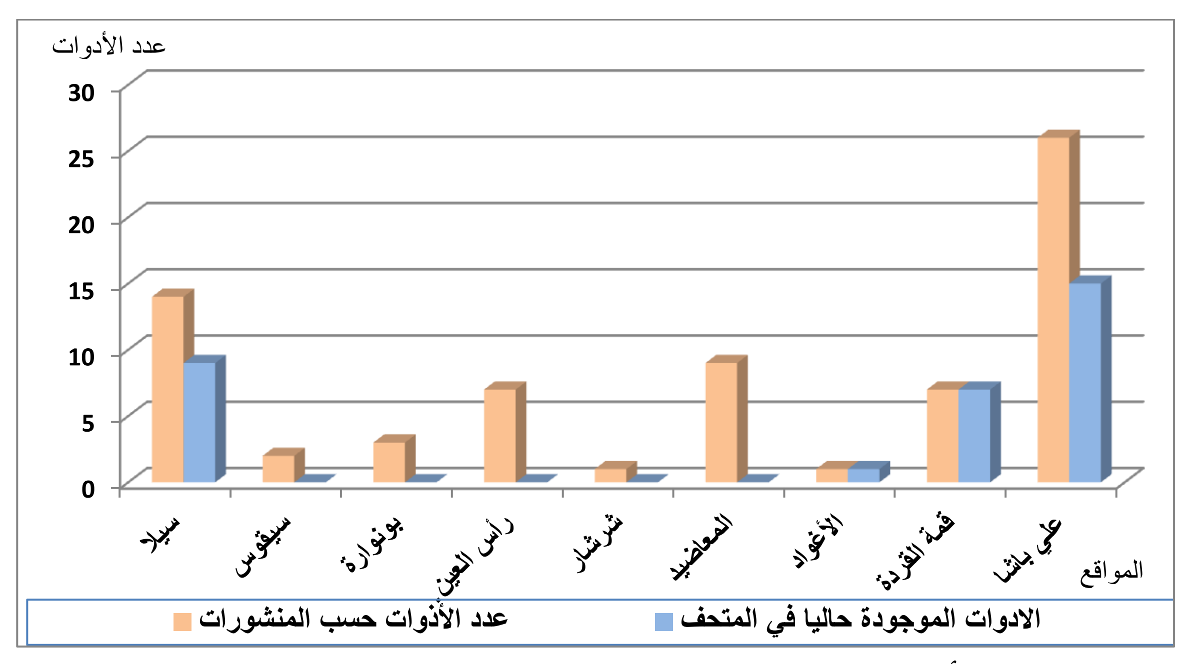
أ- أدوات متحف سيرتا:

يظهر من خلال تقارير الحفريات، أن مصدر الأثاث المعدني لمتحف سيرتا، يرجع إلى تسع مواقع من المنطقة الشرقية (الجدول 3، ص. 64)، حيث قدر عدد ذلك الأثاث بـ سبعون (70) قطعة معدنية، منها أربعة و أربعون (44) أداة نحاسية، و ستة و عشرون (26) أداة من البرونز (انظر الجدول 2، ص. 60). و قصد التحقق من صحة وجود هذه الأدوات ضمن المجموعات المتحفية لسيرتا، إرتأينا إلى ضرورة المعاينة الميدانية لكل أداة، حيث سجلنا اختفاء عدد كبير من الأدوات مثل ما نلاحظه في الجدول 6:

أدوات متحف سيرتا		
المواقع	عدد الأدوات حسب المنشورات	الأدوات الموجودة حاليا في المتحف
سيلا	14	9
سيقوس	2	0
بونوارة	3	0
رأس العين بو مرزوق	7	0
عين شرشار	1	0
المعاضيد	9	0
الأغواد	1	1
قمة القردة	7	7
علي باشا	26	15
المجموع	**70**	**32**

جدول.6- الأدوات النحاسية و البرونزية المحفوظة بمتحف سيرتا.

بعد المعاينة الميدانية، تبين أن العدد الحقيقي للأدوات المحفوظة حاليا بمتحف سيرتا، يقدر بإثنان وثلاثون (32) أداة (تسعة (9) قطع من البرونز، وثلاث و عشرون (23) من النحاس)، و هي تتوزع على أربعة مواقع أثرية، و هي سيلا، و الأغواد، و قمة القردة، و علي باشا، عوضا عن تسعة مواقع، كما يتضح ذلك في الشكل 8.

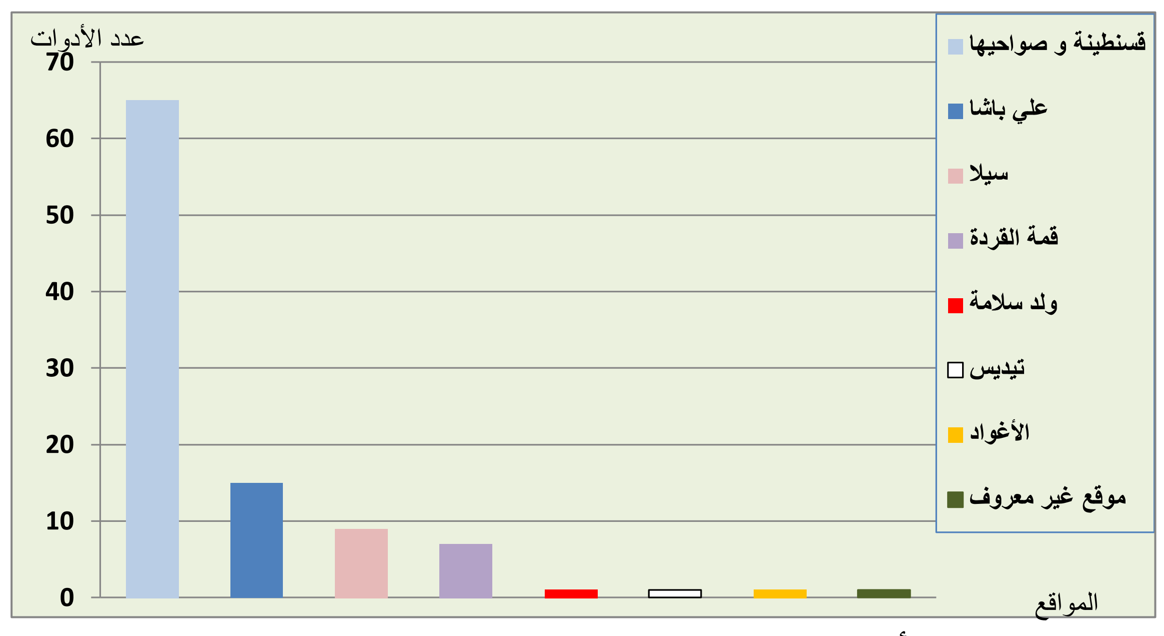


شكل.8- أدوات متحف سيرتا حسب المنشورات و بعد التحقق من وجودها.

إضافة إلى تلك الأدوات التي تم معاينتها بمتحف سيرتا، تمكننا من إحصاء ثمانية و ستون (68) أداة أخرى من مادة النحاس و البرونز، مصنفة ضمن فترة فجر التاريخ (أنظر الشكل 9)، و التي يرجع مصدرها لكل من المواقع التالية:

- موقع أولاد سلامة بقسنطينة (قطعة واحدة) (لوحة1، الصورة. 16، ص. 72).
- موقع تيديس بقسنطينة (قطعة واحدة).
- موقع مجهول (قطعة واحدة).
- و خمسة و ستون (65) قطعة أخرى مجهولة المصدر، ماعدا تسجيل في بطاقاتها التقنية مصدر " قسنطينة و ضواحيها"، (نجد نماذج من هذه الأساور في اللوحة1، الصورة.15، ص. 72).

و مما سبق، تبين بعد معاينة كل الأثاث المعدني المحفوظ بمتحف سيرتا، أن العدد الإجمالي لتلك للأدوات المشكلة من مادتي النحاس و البرونز، يقدر بمئة (100) أداة، مع تسجيل ميزة مشتركة بين الخمسة و ستون أداة المنتمية إلى مجموعة "مواقع قسنطينة و ضواحيها"، و المتعلقة بمادتها الأولية المتمثلة في مادة النحاس و سبائكه (خ. عياتي، 2003، ص.201-214).



شكل.9- الأدوات النحاسية و البرونزية الحفوظة حاليا في متحف سيرتا.

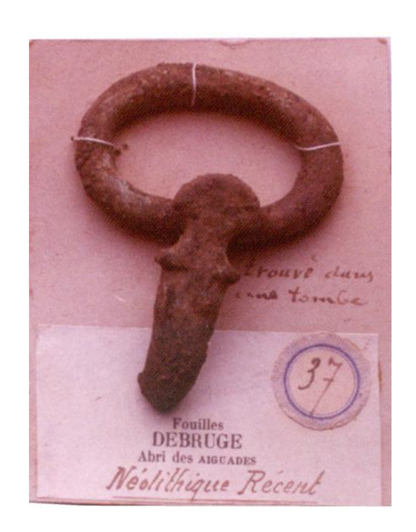
إلى جانب التباين الكبير بين عدد الأدوات التي قمنا بإحصاها بناءا على المعطيات التوثيقية، و تلك التي تمت معاينتها ميدانيا، سجلنا في المتحف تناقض في بعض في المعطيات المتعلقة بمصدر بعض الأدوات المحفوظة فيه، والمنشورات الخاصة باكتشافها، و التي يمكن تلخيصها في الأمثلة التالية:

- أدوات موقع علي باشا (بجاية): المحفوظة حاليا في متحف بجاية (جدول3، ص.64)، و التي تم اكتشافها من طرف الباحث ديبروج، الذي يشير في تقريره إلى وجود أدوات من نوع فلزات، و بقايا معدنية، بالإضافة إلى بقايا بوثقة (A. Debruge, 1906, p. 142)، مع العلم أن الباحث سوفيل نشر نفس الحوصلة التي قدمها الباحث ديبروج لهذا الموقع (G. Souville, 1986 a, p. 442-443)، لكن بعد المعاينة الميدانية لأدوات متحف سيرتا، ظهر أنه تم إنساب خمسة عشرة (15) قطعة إضافية من مادة النحاس و سبائكه (أساور، و أبازيم، وحلقات صغيرة) إلى موقع علي باشا (نجد نماذج من هذه الأدوات في لوحة 1، الصورة. 12 و 13 ، ص.72)، و التي يرجع مصدر معظم تلك الأدوات، حسب بطاقاتها التقنية، إلى حفرية الباحث ديبروج، والبعض الآخر مجهولة

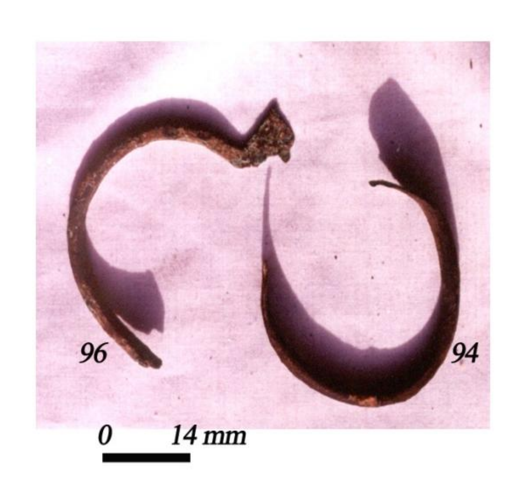
المصدر، مما يؤكد الإختلاف بين المعطيات التوثيقية و المعاينة الميدانية للأدوات.

- أدوات قمة القردة (بجاية): يتضح من خلال البطاقات التقنية لهذه الأدوات الموجودة بالمتحف (لوحة 1، الصورة.14، ص.72)، أنها ترجع إلى جثوة قمة القردة، في الوقت الذي يشير فيه تقرير الباحث ديبروج، أن مصدر معظم تلك الأدوات لا يرجع إلى جثوة قمة القردة، و إنما إلى محطة الصيد بقمة القردة الواقعة على بعد 50 م من الجثوة، التي لم يتم العثور في هذه الأخيرة، إلاّ على نصلة سكين من الحديد (A. Debruge, 1905, p. 70).
- أداة موقع الإغواد (les Aiguades) ببجاية: هي عبارة عن قرط ذو لسان محفوظة بمتحف سيرتا (لوحة1، الصورة.11، ص.72)، عثر عليها الباحث ديبروج بموقع الإغواد (A. Debruge, 1903, p. 139)، و أنسبت خطئا هي الأخرى، إلى جثوة قمة القردة.

و عليه، يعتبر تحديد المصدر الحقيقي لتلك الأدوات، ونطاقها الأثري الأصلي، مسألة ذات أهمية بالغة، و في نفس الوقت قد تكون جد معقدة في غياب المعطيات الدقيقة و السليمة، خاصة إذا عرفنا، على حسب قول الباحث ديبروج، أن أكثر من 25 م^2 من الواجهات الموجودة في متحف سيرتا، مخصصة لعدد كبير من الأدوات المكتشفة خلال الحفريات التي قام بها في مناطق مختلفة من الجزائر، خاصة منها بجاية، وتبسة، وقسنطينة. (A. Debruge, 1928, p. 52)



صورة. **11**– قرط لمغارة الأغولد (بجاية)



صورة. **12**– أبازيم علي باشا (بجاية)



صورة. **13**– نماذج من أساور علي باشا (بجاية)



صورة. **14**– أدوات موقع قمة القرد (بجاية)



صورة. **15**– نماذج من أدوات قسنطينة و ضواحيها

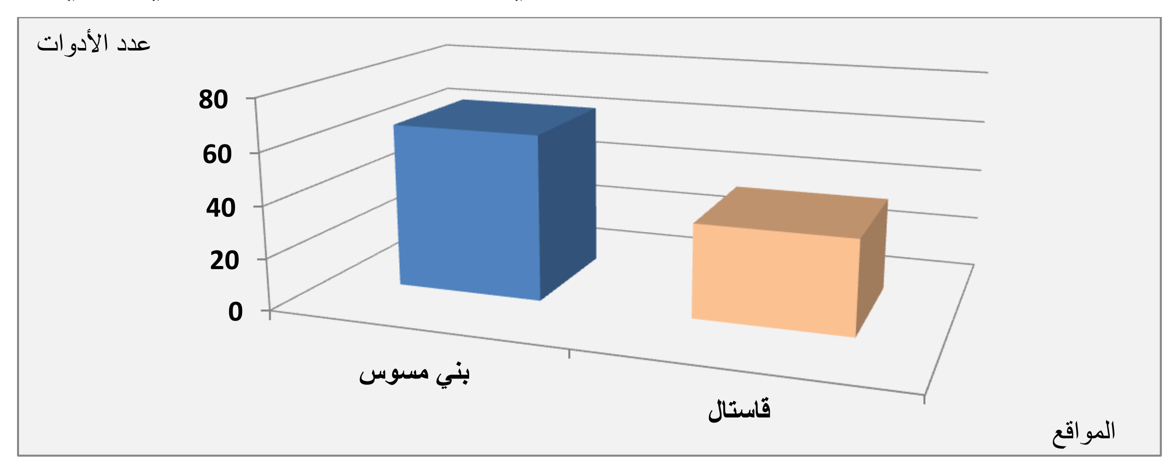


صورة. **16**– سوار موقع أولاد سلامة

لوحة 1: نماذج لأدوات نحاسية و برونزية.

ب-أدوات متحف الباردو:

يعود مصدر الأدوات المحفوظة بمتحف الباردو، إستنادا إلى المعطيات التوثيقية، لموقعي قاستال (تبسة)، و بني مسوس (الجزائر العاصمة) (الجداول 3، ص. 64 و 4، ص. 65)، و هي موزعة حسب الرسم البياني التالي:



شكل.10- الأدوات المحفوظة في متحف الباردو حسب المنشورات.

لكن، حينما حاولنا التحقق من الأدوات المحفوظة في هذا المتحف، تبين لنا وجود ضمن المجموعات المتحفية، أدوات أخرى من النحاس و البرونز، تنتمي لموقعي بونوارة (قسنطينة)، و الركنية (قالمة)، و بالمقارنة بين عدد الأدوات التي أحصيناها من خلال الفرز التوثيقي (جدول 2، ص. 60)، و عدد الأدوات الموجودة فعلا بالمتحف، يكون تعداد الأدوات على النحو الآتي (الجدول 7):

أدوات متحف الباردو		
المواقع	**عدد الأدوات حسب المنشورات**	**الأدوات الموجودة حاليا في المتحف**
بني مسوس (الجزائر العاصمة)	64	55
قاستال (تبسة)	36	38
بونوارة (قسنطينة)	0	3
الركنية (قالمة)	0	1
المجموع	**90**	**97**

جدول.7- الأدوات النحاسية و البرونزية المحفوظة بمتحف الباردو.

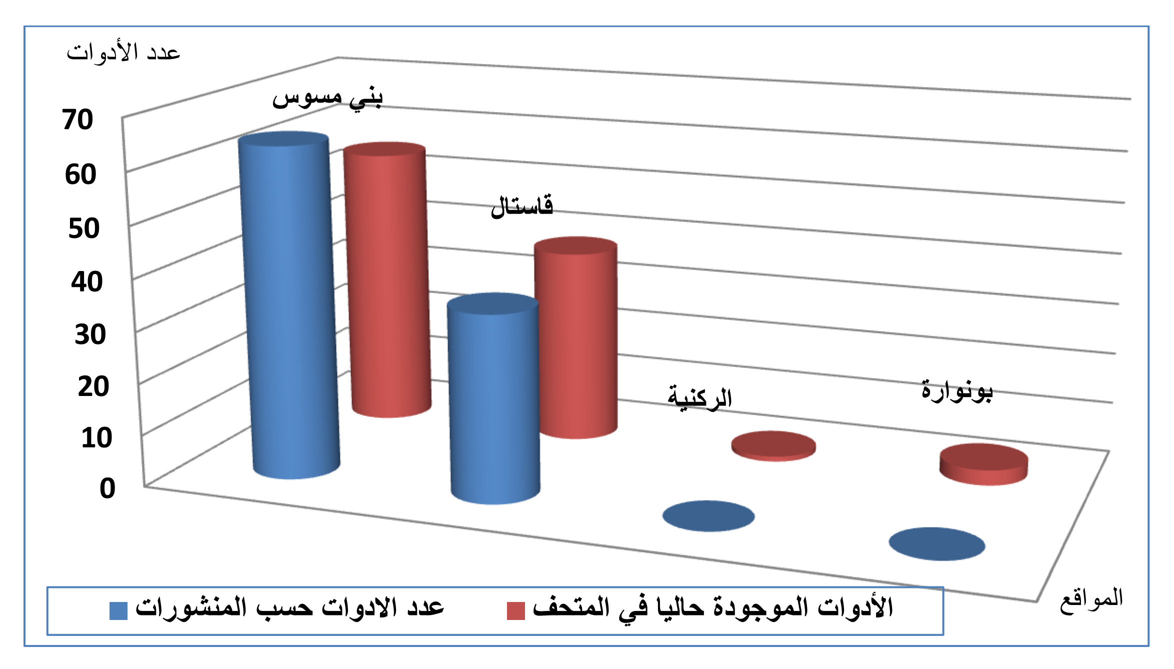
و بالتالي نلاحظ من خلال الجدول أن عدد الأدوات المصرح به من طرف الباحثين، و العدد الموجود حاليا بالمتحف لا يتوافقان (أنظر الشكل 11، ص. 75).

فبالنسبة لموقع بني مسوس، أشار الباحث كامبس في عام 1952، أن أثاث هذا الموقع يقدر بتسعة و أربعون (49) حلية، و سبعة (7) قطع مهشمة (G. Camps, 1952, p. 543)، و في عام 1953 قدره نفس الباحث بأربعة و ستون (64) حلية (G. Camps, 1953, p. 351) في الوقت الذي أحصينا فيه حاليا خمسة و خمسون (55) أداة (أنظر نموذج من هذه الأدوات في لوحة 2، الصورة.18، ص.80). و للتذكير، نشير الى الحفريات العشوائية التي تعرضت لها مقبرة بني مسوس، و التي لا تقل عن ثمانية حفريات مصرح بها، في الوقت الذي لم يتم فيه نشر تقارير هذه الحفريات، ما عدا تلك المتعلقة بتنقيبات الدكتوران بارتران و مارشان، مع العلم أن الباحث كاستار، هو الوحيد الذي أودع حصيلة حفريته بمتحف الباردو (G. Camps, 1953, p. 332).

أما فيما يخص أدوات موقع قاستال المحفوظة في متحف الباردو ، يشير الباحث كامبس (G. Camps, 1952, p. 541) إلى وجود ستة و ثلاثون (36) قطعة (نجد نموذج من هذه الأدوات في اللوحة 2، الصورة.17، ص.80) ، في الوقت الذي سجلنا فيه قطعتان (2) إضافيتان في المتحف، تنتميان لهذا الموقع.

و إلى جانب أدوات موقعي بني مسوس و قاستال، سجلنا وجود في متحف الباردو، أربعة (4) أدوات أخرى (أنظر الشكل 11، ص. 75) مصدرها مقبرتي بونوارة التي تمثلها ثلاث قطع (أنظر نموذج من هذه القطع في لوحة 2، الصورة.19، ص.80)، و الركنية بقطعة واحدة (أنظر لوحة 2، الصورة.20، ص.80).

و نشير أن هاتين المقبرتين تتميزان بغنى معالمهما الجنائزية، حيث تم إحصاء بمقبرة الركنية لوحدها على أكثر من 3400 معلم جنائزي، كما أن مقبرة بونوارة لا تقل اهمية عنها (G. Camps, 1952, p. 514).



شكل.11- أدوات متحف الباردو حسب المنشورات و بعد التحقق من وجودها.

بالنسبة للأثاث المعدني لمقبرة الركنية تم تسجيل أربعة حفريات، احتوت على الأثاث المعدني (الجدول 3، ص. 64):

- حفرية الباحث بورقينيات: أخذ هذا الباحث حصيلة حفريته معه إلى باريس (فرنسا)، و أهدى عدد منها لمتحف سان جرمان أون لاي (Musée des antiquités nationales de Saint-Germain-en-Laye).
- حفرية الباحث فيدرب: قام هذا الباحث بإيداع الأثاث الذي عثر عليه بمتحف الجمعية المناخية الجزائرية (Musée de la Société de Climatologie Algérienne)، و الذي نجهل مقره.
- حفرية الباحثة ألكيي (Alquier, 1932): سلمت هذه الباحثة كل الأثاث المشكل من الفخار إلى متحف الباردو، بينما إحتفظت بالأساور البرونزية.
- حفرية الباحث روبو(Dr Rebout, 1875): لم يحدد هذا الباحث مكان حفظ الأثاث الذي عثر عليه في حفريته.

بالإضافة إلى كل ما ورد سالفا، تم تسجيل نوع من الإختلال بسبب إنعدام المعطيات بالمتحف، المتعلقة بالمواقع التي توفر فيها الأثاث، مثلما هو الحال بالنسبة لكل من مواقع قاستال، و الركنية و بونوارة، حيث نجهل فيها صاحب الاكتشافات، و لمحاولة تحديد أصحاب تلك الإكتشافات، نشير إلى مقال الباحث ديبروج، الذي يقول فيه أن ريقاس قام ببيع جزء من اكتشافاته بأموال باهظة لمتحف الباردو (A. Debruge, 1928, p. 52)، و بالتالي يحتمل إرجاع مصدر البعض من الأدوات المحفوظة بهذا المتحف، خاصة منها أدوات مقبرة قاستال، إلى حفريات ريقاس، علما أن الباحث كامبس بدوره، أكد أن ريقاس قام بحفريات بمقبرة قاستال إثر إقامته في منطقة تبسة ما بين 1911- 1925 (G. Camps, 1952, p. 514) .

أما بخصوص أدوات موقع بونوارة، المحفوظة بمتحف الباردو، فهي ترجع لحفريات الباحثين كامبس ق. و كامبس ف. (G. Camps, F.H. Camps, 1964, p.72)، في الوقت الذي قد تنسب الأداة الوحيدة لموقع الركنية إلى إحدى الحفريات التي ذكرناها أعلاه.

ت- أدوات متحف المدية:

يقتصر الأثاث المعدني الموجود في متحف المدية، في تلك الأدوات التي تم تسليمها من طرف الباحث رميلي سنة 2002، و التي عثر عليها إثر حفرياته بموقع أشير (في إطار تحضيره لرسالة الماجستير)، يتمثل الأثاث الجنائزي الذي تم إكتشافه إثر هذه التنقيبات، في قطع فخارية، و أدوات عظمية، و أدوات معدنية، من بينها ثلاثون (30) حلية مشكلة من سبائك النحاس (م. رميلي، 2002، ص. 139، 143، 149)، و التي يأتي تعدادها على النحو الآتي:

- قطعتان من البرونز (ص:139)
- سواران من البرونز (ص:143)
- خمسة أقراط من البرونز (ص:143)

- خاتم من البرونز (ص:143)
- 18 خرز من البرونز (ص:143)
- حلقتان من البرونز (ص:149)

ث- أدوات متحف بجاية:

يقدر عدد الأدوات المعدنية المحفوظة بمتحف بجاية بسبعة (7) قطعة نحاسية، مصدرها حفريات الباحث ديبروج بموقع علي باشا (أنظر لوحة 2، الصورة.22، ص.80) (A. Debruge, 1906, p . 142) ، و يذكر ديبروج أنه قام بإيداع حصيلة هذه الحفرية بمتحف سيرتا(أنظر الجدول 3، ص. 64)، إلا أنه خلال قيامنا بمعاينة الأدوات بمتحف سيرتا، سجلنا وجود أدوات أخرى تختلف تماما عن تلك التي أشار إليها الباحث، سابقا (أنظر الصفحة 70).

ج- أدوات متحف تيبازة:

يظهر من خلال الإحصاء الوارد بالجدول 4، ص. 65، أن متحف تيبازة يحتوي على أدوات المغارة الهامة بشنوة، المعروفة بمغارة غولاندا، التي كانت هي الأخرى عرضة لعدد من الحفريات العشوائية، و التي تسببت في فقدان عدد هام من الأدوات. من بين الحفريات التي شهدتها هذه المغارة، نذكر تلك التي قام بها القس قرانديدي (Abéé Grandidie, 1901)، و حفرية الباحث مارشان (Dr Marchand)، و حفرية الباحث براهيمي (C. Brahimi 1970)، الذي عثر إثر تنقيباته على إبرتين من البرونز، مرفوقتين بأدوات حجرية ذات الطابع الحضاري الإبرومغربي، و النيوليتي، بالإضافة إلى العظام الحيوانية، و القطع الفخارية المشكلة باليد، و بالدولاب. و لقد قام الباحث براهيمي بإيداع هذا الأثاث بمتحف تيبازة، إلا أنه بعد محاولة معاينتها، ظهر أنه لا وجود لها بالمتحف.

ح- أدوات متحف وهران:

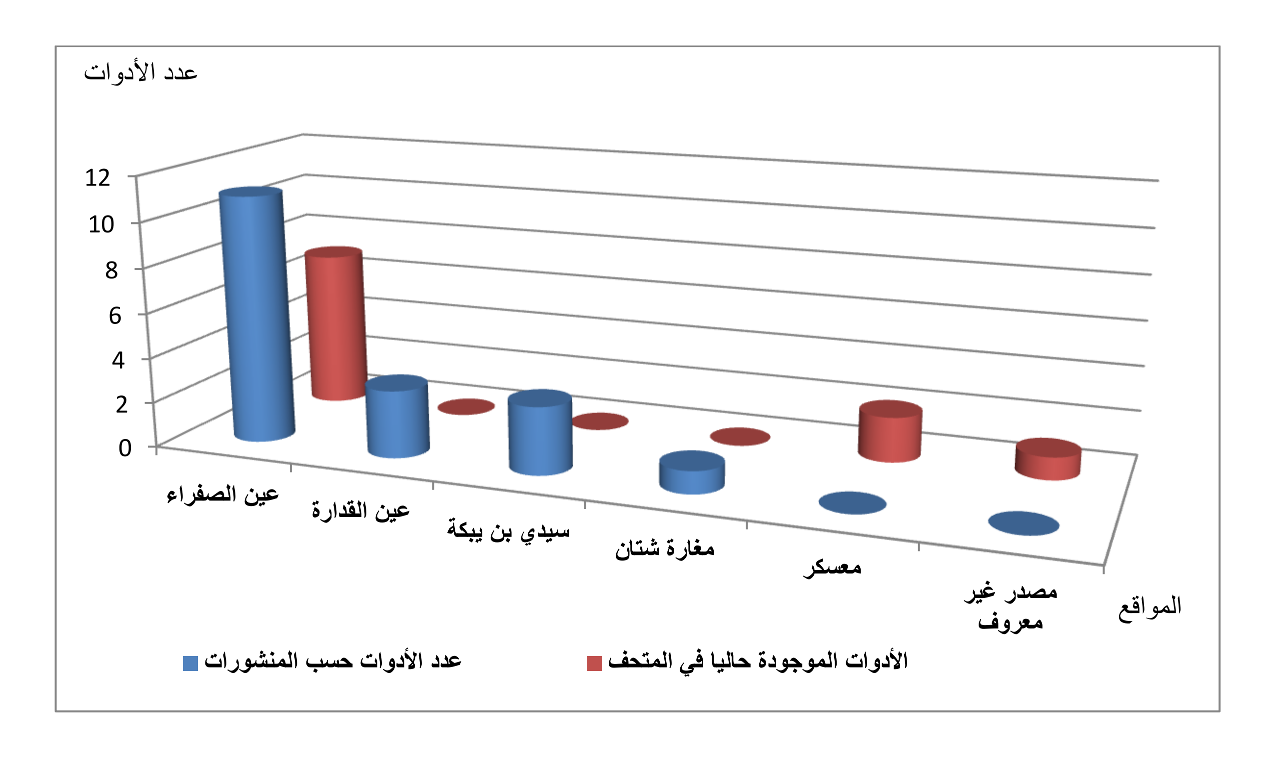
كشفت عملية إحصاء الأدوات المحفوظة بمتحف وهران، التي تمت من خلال البحث التوثيقي (الجدول 5، ص. 66)، و المعاينة الميدانية، أنها تتوزع على عدد من المواقع، كما يتضح ذلك من خلال الجدول الآتي:

أدوات متحف وهران		
المواقع	**عدد الأدوات حسب المنشورات**	**الأدوات الموجودة حاليا في المتحف**
موقع عين الصفراء (النعامة)	11	7
موقع عين القدارة (وهران)	3	0
سيدي بن يبكة (وهران)	3 >	0
موقع شتان (سعيدة)	1	0
المجموع	**18>**	**7**

جدول.8- الأدوات النحاسية و البرونزية المحفوظة بمتحف وهران.

نستنتج من خلال الجدول 8، أن الأثاث المعدني المحفوظ فعلا ضمن المجموعات المتحفية لمتحف وهران، لا يتعدى سبع (7) أدوات لموقع عين الصفراء (خاتمين، و حلقتين، و ثلاث قطع مهشمة) من مجموع ثمانية عشرة (18) أداة التي ذكرتها المنشورات (أنظر نموذج من هذه الأدوات في اللوحة 2، الصورة.21، ص. 80).

و لقد سجلنا كذلك، إثر تحققنا لأدوات هذا المتحف، وجود ثلاث (3) قطع مهشمة أخرى، قطعتين ترجع إلى موقع بمعسكر، و أخرى لموقع مجهول، مع غياب المعطيات المتعلقة بصاحب الإكتشاف، ليصل العدد الكلي للأدوات المحفوظة في المتحف، إلى عشرة (10) أدوات فقط (أنظر الشكل 12)، الشيئ الذي يتناقض مع الحفريات العديدة التي عرفتها منطقة الغرب الجزائري.



شكل.12- أدوات متحف وهران حسب المنشورات و بعد التحقق من وجودها.

صورة. 17– نموذج من أدوات موقع قاستال (تبسة)



صورة. 18– نموذج من أدوات موقع بني مسوس (الجزائر العاصمة)



صورة. 19– حلقة لموقع بونوارة (قسنطينة)



صورة. 20– حلقة موقع الركنية (قالمة)



صورة. 21– حلقات موقع عين الصفراء (النعامة)





صورة. 22– أدوات موقع علي باشا (بجاية)

لوحة 2: نماذج لأدوات نحاسية و برونزية.

خ- أدوات متحف سان جرمان أون لاي (فرنسا):

حينما نرجع إلى ما ورد من المعطيات في تقارير الحفريات و المراجع، يتبين أن الباحثين لم يصرحو بإيداع الأدوات بمتحف سان جرمان أون لاي، ما عدا تلك التي يرجع مصدرها إلى موقع الركنية (أنظر الجدول 3، ص. 64)، و التي يقدر عددها بأكثر من ستة عشرة (16) قطعة (أنظر الجدول 2، ص. 60)، لكن حينما انتقلنا إلى هذا المتحف، سجلنا وجود أدوات أخرى، كما يظهر ذلك في الجدول التالي:

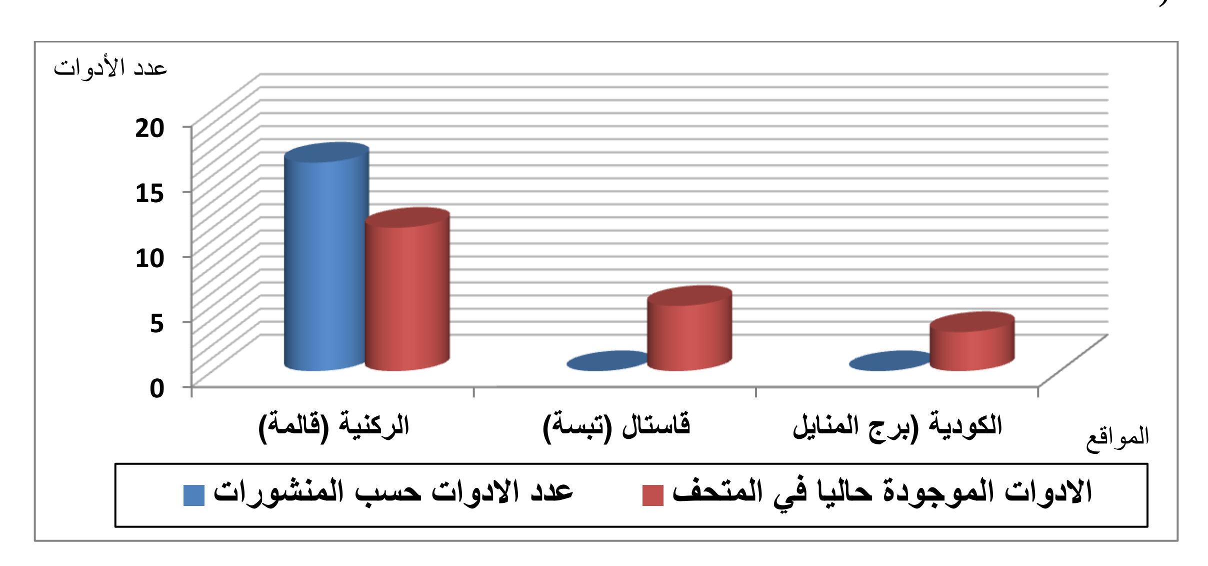
أدوات متحف سان جرمان أون لاي		
المواقع	**عدد الأدوات حسب المنشورات**	**الأدوات الموجودة حاليا في المتحف**
موقع الركنية (قالمة)	16	11
موقع قاستال (تبسة)	0	5
موقع الكودية ببرج المنايل	0	3
المجموع	**16**	**19**

جدول.9- الأدوات النحاسية و البرونزية المحفوظة بمتحف سان جرمان أون لاي.

يتضح من خلال الجدول 9، و الشكل 13، ص. 82، أن عدد أدوات موقع الركنية المحفوظة حاليا بمتحف سان جرمان أو لاي، يقدر بإحدى عشرة (11) أداة فقط (ثمانية أساور، حلقتان عقد، و مبرشمة)، حيث قام الباحث بورقينيات (J.R. Bourguignat) بتسليمها سنه 1868 كهبة للمتحف.

بالإضافة إلى موقع الركنية، سجلنا كذلك وجود أدوات أخرى تنتمي لموقع قاستال، يقدر عددها بخمسة (5) أدوات (ثلاث أساور، ابزيم، و صفيحة مثقوبة)، قدمها الباحث ريقاس (M.Reygasse) سنة1913 كهبة للمتحف، مع العلم أن هذا الأخير الذي تنسب إليه حفرية قاستال، لم يقم بنشر تقرير التنقيبات التي أجراها بالموقع، الشيئ الذي ربما يفسر كذلك، وجود بمتحف الباردو، أدوات من هذا الموقع، و التي نجهل مكتشفها.

إلى جانب أدوات موقعي الركنية و قاستال، سجلنا كذلك وجود بهذا المتحف، أدوات الحفرية التي أجراها الباحث فيري (C. Viré) بموقع الكودية ببرج المنايل، و التي تتمثل في ثلاث (3) أساور، أهداها الباحث سالمون (Salmon Octave) سنة 1881، في الوقت الذي كان فيه محافظا للمتحف. و بخصوص حفرية موقع الكودية، يشير الباحث فيري (Viré C.)، الذي كان آنذاك قاضي السلام بمنطقة برج المنايل، في مقال نشر في المجلة الإفريقية «Revue Africaine, 1895»، إلى وجود مقابر على شكل جثوات ذات طابع عتيق (Tumulus du Coudiat) ، عثر فيها على عظام لجثة تعرضت لعملية تفكيك المفاصل قبل الدفن، لكن الغريب أنه لم يشر إلى وجود حلي معدني (Viré C., 1895, p. 104)



شكل.13- أدوات متحف سان جرمان حسب المنشورات و بعد التحقق من وجودها.

بهذه الصفة، بعد معاينة أدوات متحف سان جرمان أون لاي، تبين أن العدد الإجمالي للأدوات المحفوظة به يقدر بتسعة عشرة (19) أداة. و هي معروضة بقسم خاص يعرف بـ:

(Archéologie Comparée Afrique, Europe occidentale et Centrale)

حيث استلمنا من مسؤولة هذا القسم السيدة كريستين لور (Christine Lorre)، الجرد الكامل لهذه الأدوات و الذي ضممناه في الملحق، كما نشير إلى أن مسؤولة هذا القسم،

تسعى لاسترجاع جماجم موقع الركنية، و التي قدمها الباحث بورقينيات سنة 1868، كهبة لمتحف الإنسان بباريس (Musée de l'Homme).

د- أدوات متحف الإنسان بفرنسا:

يرجع مصدر الأدوات المحفوظة في هذا المتحف، إلى موقع سركوف بعين طاية بالجزائر العاصمة (أنظر الجدول 4، ص. 65)، و هي تتكون من ستة (6) أساور، و عدد غير معروف من الذؤابات، الكل من مادة البرونز، و لقد قدمت كذلك هذه الأدوات كهبة لهذا المتحف، من طرف الباحث هوداس (M.Houdas)، علما أن هذا الأخير لم يقم بنشر نتائج حفرية هذا الموقع (G.,Souville, 1956, p. 246) .

و حينما حاولنا الإنتقال إلى هذا المتحف قصد التحقق من وجود هذه الأدوات، استحال علينا القيام بذلك، بسبب أشغال الترميم الجارية آنذاك بالمتحف، لكن بعد اتصالات عديدة قمنا بها مع المكلفة بالبحث العلمي لمتحف الإنسان، كلير قييارد (Claire Gaillard) أكدت لنا وجود سوارين فقط (أنظر الجدول 10)، و هما يحملان رقم الجرد التالي: 88.21-24371 و 88.21-24372.

أدوات متحف الإنسان		
المواقع	**عدد الأدوات حسب المنشورات**	**الأدوات الموجودة حاليا في المتحف**
موقع سركوف	7 <	2

جدول.10- الأدوات النحاسية و البرونزية المحفوظة بمتحف الإنسان.

ذ- أدوات متحف فيجاك باللوت (Musée de Figeac au Lot)

يقدر عدد الأدوات المحفوظة في متحف فيجاك (الجدول 5، ص. 66) بثلاث (3) أدوات برونزية، يرجع مصدرها إلى موقع مجهول بوهران. تم إيداعها بهذا المتحف من طرف الباحث ريقاس، الذي لم يقم بنشر نتائج أعماله، و على حسب الباحث توفرون، لا تزال تلك الأدوات محفوظة بهذا المتحف (M. Tauveron, 1992, p . 117-118)

(أنظر الجدول 11) ، لكن بعد اتصالات عديدة قمنا بها مع مدير متاحف فيجاك، السيد بنجمان فيندينير (Benjamin Findinier)، أكد لنا من وجود أداة وحيدة لها شكل لوزي، ذات سمك ثابت، تحمل الرقم الجرد التالي: 02.333.3VF، بالإضافة إلى ثلاثة أسلحة، وهي محفوظة حاليا في متحف شانباليون (Musée Champollion) بفيجاك.

أدوات متحف فيجاك		
المواقع	**عدد الأدوات حسب المنشورات**	**عدد الأدوات التي تم التحقق من وجودها**
موقع بوهران	3	1

جدول.11- الأدوات النحاسية و البرونزية المحفوظة بمتحف فيجاك.

2- الأدوات المجهولة مكان الحفظ:

خلال قيامنا بالبحث البيبليوغرافي، تمكننا من إحصاء سبعة و أربعون (47) موقعا، تحتوي على مئتان و سبعة (207) قطعة معدنية مجهولة مكن حفظها، بالرغم من ذلك، حاولنا تحديد مصدر كل اداة، كما يتبين ذلك من خلال الجداول التالية:

أ- أدوات منطقة الشرق:

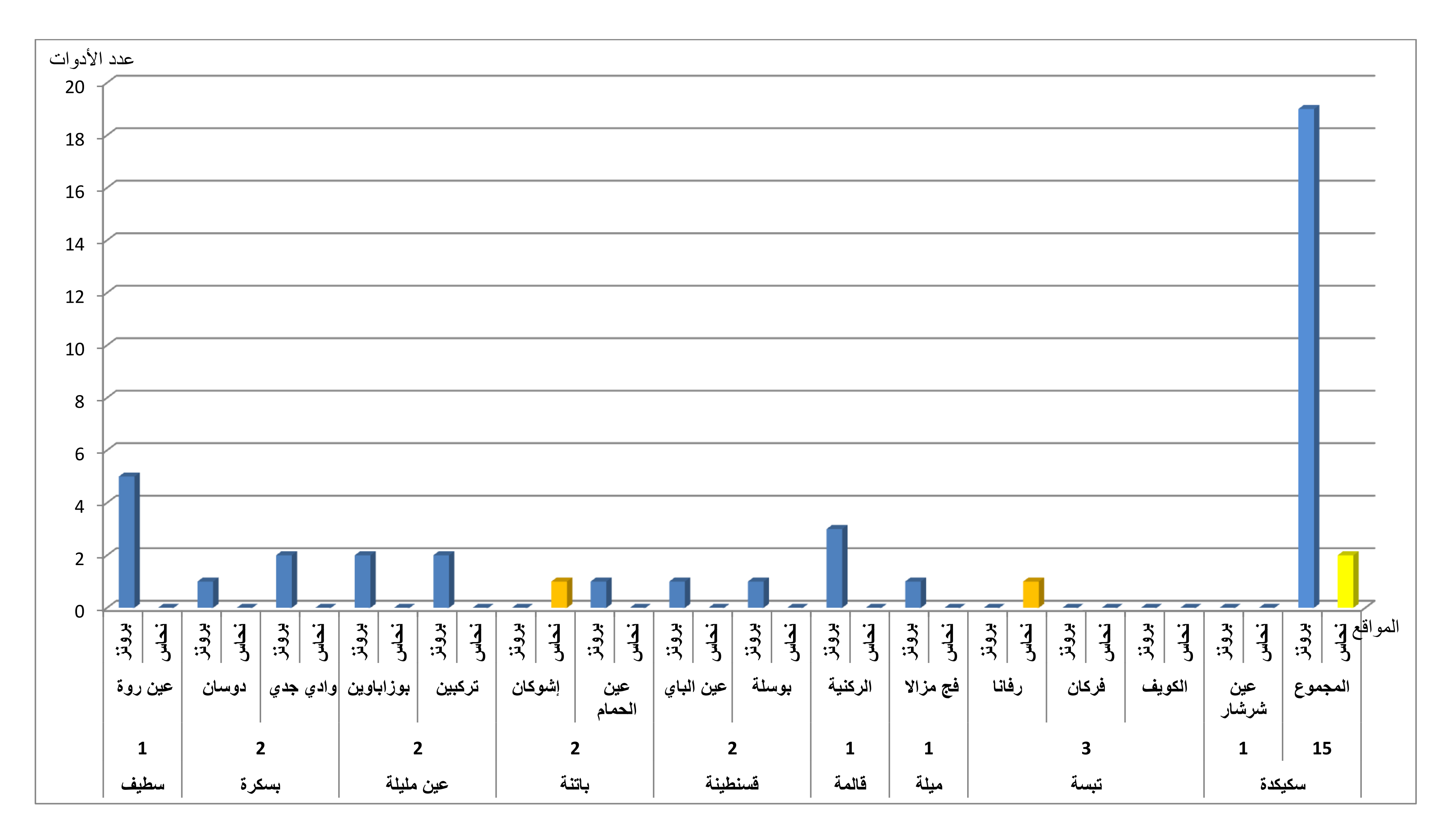
يظهر من خلال الجدول رقم 12، أن الأدوات الغير محددة مكان حفظها، و التي تم العثور عليها بالمواقع الشرقية، قليلة جدا، حيث يأتي توزيعها عبر المواقع على النحو التالي:

أدوات مجهول مكان حفظها					
المناطق		عدد المواقع	سم الموقع	عدد الأدوات	
				نحاس	برونز
الشرق	تبسة	3	رفانا (A. Debruge, 1910, p. 82)	1	0
			فركان (D. Grebenart, 1961-1962, p. 171)	?	?
			الكويف (G. Camps, 1961, p. 441)	?	?
	سكيكدة	1	عين شارشار (Tauveron M., 1992, p. 89)	?	?
	قالمة	1	الركنية: روبو (Dr Rebout, 1875, p .12)	0	1
			الركنية: ألكيي (G. Camps 1952, p. 514)	0	2
	عين مليلة	2	بوزاباوين (A. Robert, 1900, p. 216)	0	2
			بوشان أو تركبين (J. Chabassiere, 1886-1887, p. 133)	0	2
	قسنطينة	2	عين الباي (St. Gsell, 1901, p. 24)	0	1
			بوسلة (Dr. Rebout, A. Goyt, 1879-1880, p. 203)	0	1>
	ميلة	1	فج مزالا (M. A. Poulle, 1876-1877, p. 529)	0	1>
	باتنة	2	إشوكان (St. Gsell, 1901, p. 18)	1	0
			عين الحمام (J. Alquier, 1927)	0	1
	سطيف	1	عين روة (M. Chabot, 1934-1935, p. 241)	0	5
	بسكرة	2	دوسن (E. Rethault, 1933, p. 155)	0	1
			وادي جدي (E. Rethault, 1933)	0	2
المجموع		**15 موقع**		**2 >**	**19 >**

جدول.12– توزيع الأدوات النحاسية و البرونزية مجهولة مكان حفظها (منطقة الشرق).

يتضح من خلال المعطيات الواردة في الجدول 12، أنه تم إحصاء خمسة عشرة (15) موقعا، لم يحدد فيها الباحثون مكان حفظ الأدوات التي توفرت فيها، و التي تقدر بأكثر من واحد و عشرون (21) أداة مشكلة من النحاس أو من سبائكه. و بخصوص المادة التي شكلت منها هذه الأدوات، يمكن إستخلاص من خلال الشكل 13، أن الأدوات البرونزية أكثر تعدادا من الأدوات النحاسية، و المتمثلة في أداتين (2)، يرجع مصدرها لموقعي رفانا بتبسة، و إشوكان بباتنة.

و نشير أن معظم تلك الأدوات تعود إلى مواقع تكثر فيها المعالم الجنائزية، و التي كانت عرضة كغيرها، للحفريات العشوائية و بالتالي فقدان عدد معتبر من الأدوات.



شكل.14: توزيع الأدوات النحاسية و البرونزية بمنطقة الشرق

ب- أدوات منطقة الوسط:

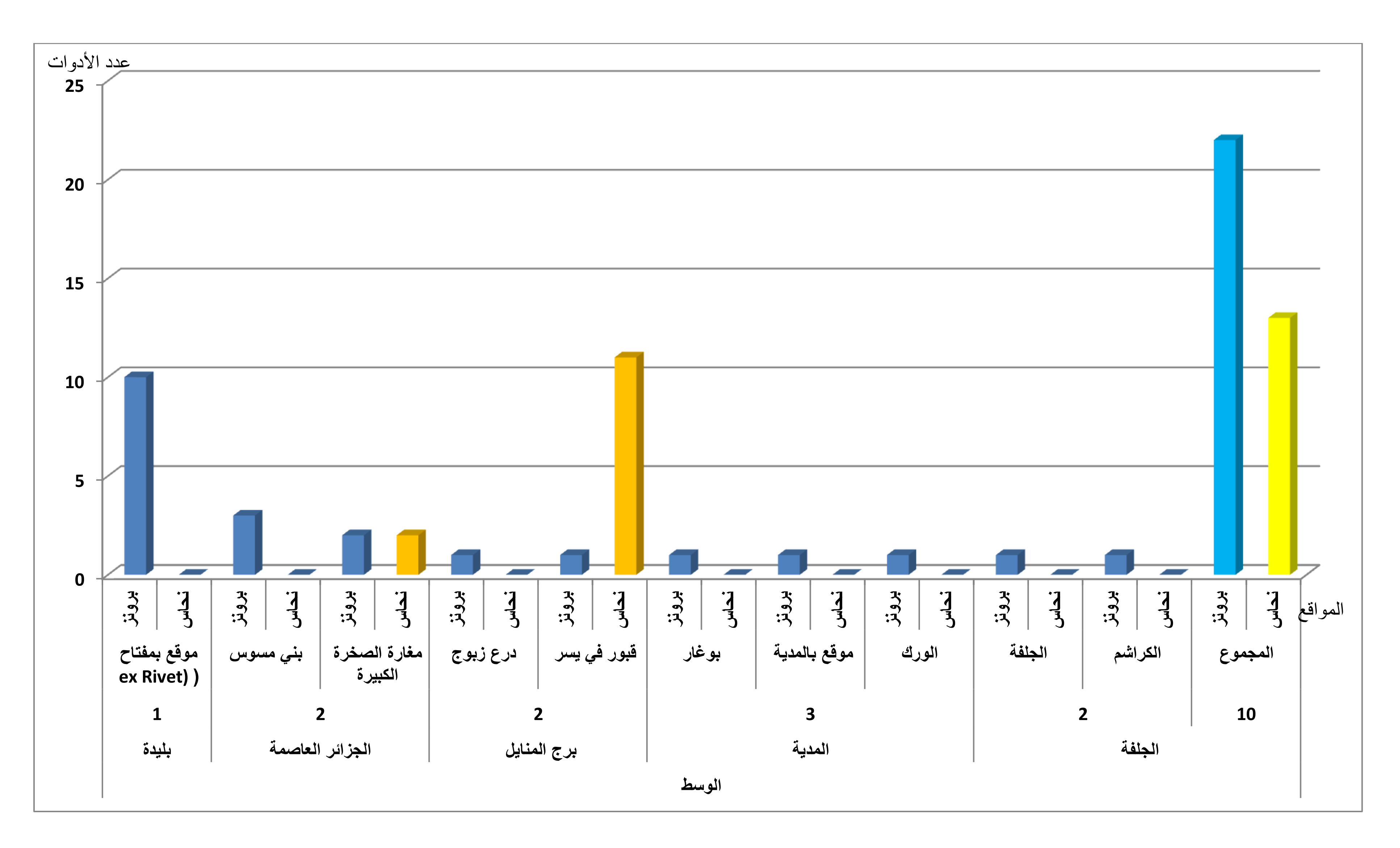
تتوزع أدوات منطقة الوسط، التي لم يحدد مكان حفظها على هذا النحو:

أدوات مجهول مكان حفظها					
المناطق		عدد المواقع	اسم الموقع	عدد الأدوات	
				نحاس	برونز
الوسط	البليدة	1	موقع بمفتاح (Rivet) (H. Gérin-Ricad, 1930-1931, p. 637)	0	10 (ليطون)
	الجزائر العاصمة	2	بني مسوس (G.Camps,1953, p. 355)	0	3>
			مغارة الصخرة الكبيرة (G.Souville,1953, p. 28)	2>	2
	برج منايل	2	درع زبوج (G. Souville, 1956,p. 255)	0	1>
			قبور في يسر (C. Viré,1913, p. 354)	11	1
	المدية	3	بوغار (M. Tauveron, 1992, p. 56)	0	1
			موقع بالمدية(Dr Marchand,1932, p. 385)	0	1
			الورك (P. Roffo, 1938, p. 202)	0	1
	الجلفة	2	موقع بالجلفة (M. Martignat, 1914-1921, p. 129)	؟	1
			الكراشم (A. Joly, 1910, p. 394)	0	1
المجموع		10		13>	22>

جدول.13- توزيع الأدوات النحاسية و البرونزية مجهولة مكان حفظها (منطقة الوسط)

يرجع مصدر الأدوات المعدنية لمنطقة الوسط، التي لم يحدد مكان حفظها إلى عشرة (10) مواقع (الجدول 13)، يقدر عددها بأكثر من خمسة و ثلاثون (35) أداة، نميز من بينها ثلاثة عشرة (13) أداة نحاسية (الشكل 15).

تجدر الإشارة هنا، أن عدد الأدوات التي تم إحصاءها في الجداول، لا يعكس العدد الحقيقي للأدوات التي عثر عليها أثناء الحفريات المختلفة، و نستدل ذلك بموقع مغارة الصخرة الكبيرة التي تمت بها عدة حفريات، و التي أسفرت حسب الباحث بالاري، على إكتشاف أثاث جنائزي غني، لم يتبقى منه إلاّ القليل، منه ما هو محفوظ بمتحف الباردو، و متحف الأثار القديمة بالجزائر(القطع الحجرية)، و منه ما تم نقله إلى المتاحف الأجنبية (A. Letourneux, 1869).



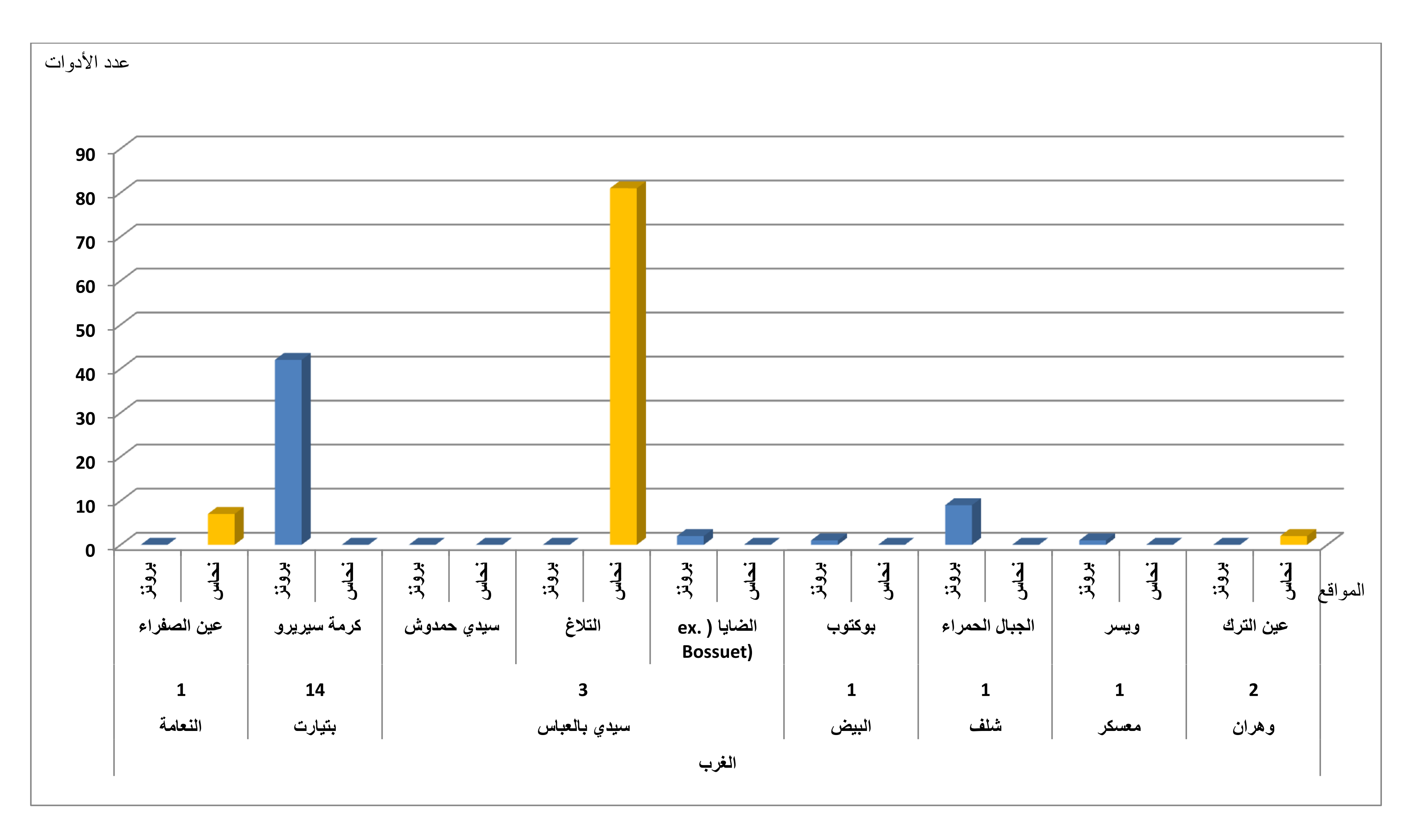
شكل.15- توزيع الأدوات النحاسية و البرونزية بمنطقة الوسط.

ت- أدوات منطقة الغرب:

يقدر عدد أدوات منطقة الغرب التي لم يحدد مكان حفظها، بأكثر من مئة و واحد و خمسون (151) أداة مشكلة من مادتي النحاس و البرونز، و هي موزعة على ثلاثة و عشرون (23) موقعا (أنظر الجدول 14). كما تتميز منطقة تلاغ (سيدي بلعباس)، بإحتوائها على أكثر من واحد و ثمانون (81) أداة نحاسية (الشكل 16)، علما أن البعض من هذه المواقع قد ترجع إلى المراحل الأولى لعصر البرونز.

أدوات مجهول مكان حفظها					
المناطق		عدد المواقع	اسم الموقع	عدد الأدوات	
				نحاس	برونز
الغرب	الشلف	1	الجبال الحمراء (G. Camps, 1963, p. 175)	0	9
	تيارت	14	كرمة سيريرو (M. Tauveron, 1992, p. 106, 111,112,120) (P. Cadenat, 1994, p. 2064)	0	5
			كرمة بوداي (M. Tauveron, 1992, P. 72, 110, 119) (P. Cadenat, 1994, p. 2064)	0	4
			كرمة دولوش (M. Tauveron, 1992, P. 73, 77, 105)	0	4
			كرمة دوبري (M. Tauveron, 1992, P. 50, 111)	0	2>
			كاف تراد (M. Tauveron, 1992, P. 63)	0	1
			كاف السمر (M. Tauveron, 1992, P. 124)	؟	؟
			منطقة من تيارت (M. Tauveron, 1992, P. 59)	0	1
			أفلو (M. Tauveron, 1992, P. 47, 53, 69)	0	3>
			عين طوريش (M. Tauveron, 1992, P. 54)	0	2
			كودية بوغرارة (M. Tauveron, 1992, P. 109)	0	1
			طوريش ك (P. Cadenat, 1966, p. 56)	0	7
			سومة مشرغ الصفا (M. Tauveron, 1992, P. 80)	0	1
			فروان س (M. Tauveron, 1992, P. 70, 104, 109) (P. Cadenat, 1966, p. 74)	0	4>
			مرتفع قرطوفة (R. De Bayle, 1966, p. 220) (P. Cadenat, 1966, p. 48) (M. Tauveron, 1992, p. 83,105,108)	0	7
	معسكر	1	ويسر (Ouissert) (M. Pallary, 1887, p. 454)	0	1
	وهران	2	عين الترك (F. Blanché, 1913) (M. Tauveron, 1992, P. 108, 168)	2	?
			موقع بوهران (P. Tommassini, 1888, p. 204)	0	6
	سيدي بلعباس	3	سيدي حمدوش (Tremble) (V. Dejardins, 1935, p. 188)	0	? 0
			التلاغ (Dr Pinchon, 1936, p. 382,384,386,389)	81>	0
			الضايا (Bossuet) (Dr Pinchon, 1936, p. 398)	0	2
	البيض	1	بوكتوب (G. Camps, P.R.Giot, 1960, p. 266)	؟	1
	النعامة	1	عين الصفراء (E. Gautier, 1907, p. 142)	7>	0
المجموع		**23**		**90**	**61**

جدول.14- توزيع الأدوات النحاسية و البرونزية مجهولة مكان حفظها (منطقة الغرب).



شكل.16- توزيع الأدوات النحاسية و البرونزية بمنطقة الغرب.

III-/ الأسلحة المعدنية في الجزائر:

إلى جانب الأدوات المعدنية المتمثلة في الحلي و الأدوات الأخرى، قمنا بإحصاء عدد من الأدوات تتمثل في الأسلحة، التي لا تقل أهمية عن الأدوات الأخرى بالرغم من قلّتها. و بخصوص ظهور استعمال الأسلحة في شمال إفريقيا، يشير الباحث قزال، أن الإنسان في العصور الحجرية القديمة و الحديثة، انتقل مباشرة من استعمال أسلحة للمسايفة (أي تلك التي يحتفظ بها في اليد) و أسلحة للرمي المشكلة من الحجارة، إلى استعمال المدببات الحديدية في الألفية الأولى قبل الميلاد (St. Gsell, 1927, p. 40). في حين أكد الباحث كادنا، أن الأسلحة البرونزية التي تم العثور عليها في الجزائر و خاصة تلك التي وجدها في منطقة الغرب الجزائري، تعتبر شواهد موثوقة، تثبت استعمال الإنسان للأسلحة البرونزية منذ عصر البرونز (P. Cadenat, 1972, p. 8).

و قد قام الباحث كامبس بإحصاء تسعة (9) أدوات مصنفة ضمن الأسلحة، مصدر معظمها المنطقة الغربية من الجزائر بعيدا عن مناطق النفوذ الفينيقي البوني، و الصحراء(G. Camps, P. R. Giot, 1960, p. 265).

و قد تمكننا من إحصاء عشرة (10) أدوات من نوع الأسلحة، تم إكتشافها بالشمال الجزائري، و ثلاث (3) أدوات أخرى في الصحراء. و خلال معاينتنا لها تبين لنا، أن معظمها فقدت، و أحتفظ بما تبقى منها في المتاحف الأجنبية، و هي كالآتي:

1- فأس ضواحي شرشال:

يتكون فأس ضواحي شرشال من مادة البرونز، لكن شكله غير محدد، و يعتبر ستيفان قزال، الباحث الوحيد الذي شاهد هذه الأداة، التي كانت محفوظة بمتحف شرشال، ضمن المجموعة المتحفية الخاصة لأرشامبو (collection Archambeau) (Gsell St., 1927, p. 212) *إلا أن لا وجود لها حاليا في متحف شرشال*.

2- خنجر ذو لسين لرأس الشنوة (Cap Chenoua) بتيبازة :

مقاساته: الطول: 145 ملم، العرض: 34 ملم، و السمك: أقل من 3 ملم.

عثر على هذه الأداة المتمثلة في خنجر من النحاس، الباحث راسال (M. Rassel) سنة 1959 م، و ذلك في محجرة جيرية لرأس الشنوة، على بعد 80 كلم غرب الجزائر العاصمة.

كانت هذه الأداة التي تم إكتشافها رفقة صناعات حجرية من الصوان، و عظام حيوانية من الزمن الجيولوجي الرابع، في حالة حفظ متوسطة، باستثناء نهاياتها التي يظهر عليها نوع من التفتت، و زنجرة من أكسيد الحديد، التي تغطي تقريبا إحدى أوجه هذه القطعة، و بالرغم من ذلك، يظهر بوضوح أنه تم صناعة تلك الأداة باستعمال عملية الطرق على الساخن (G. Camps, P. R. Giot, 1960, p. 266).

إستنادا إلى شكل هذا الخنجر(أنظر اللوحة 3، الصورة.26، ص.104)، راح بعض الباحثون، أمثال كامبس (G. Camps, 1992a, p. 1622)، و سوفيل (G. Souville, 1986 b, p. 103)، و كادنا(G. Camps, P. Cadenat, 1980, p. 7)، و غيرهم، ينسبون هذه الأداة إلى عصر الكالكوليتي، مما جعل منها **أقدم أداة** تم العثور عليها لحد الآن، كون هذا النوع من الخناجر (خنجر ذو لسين)، المميز لعصر الكالكوليتي، أستبدل في بداية عصر البرونز بخنجر ذو برشام (G. Camps, P. R. Giot, 1960, p. 269).

أما من حيث تركيبة هذا الخنجر، فلقد تبين من خلال نتائج تحليل عينة منه، أن الأداة مشكلة من معدن النحاس، مع وجود نسبة من الزرنيخ تقدر 1 % و هو عبارة عن سبيكة طبيعية.

و حسب المعطيات الواردة لدى الباحثان كامبس و جيوت (G. Camps, P. R. Giot, 1960, p. 267) ، كان هذا الخنجر ضمن مجموعات **لمتحف الباردو**، غير *أنها لا توجد حاليا في ذلك المتحف.*

3- فأس ذو عقب لموقع بولوغين (سانت أوجان سابقا):

عثر على هذا الفأس، من طرف الباحث بورجوت (Dr. Bourjot) بمزرعته الواقعة ببولوغين (الجزائر العاصمة)، في حوالي منتصف القرن العشرين، و هو يرجع على حسب قول الباحث كامبس، إلى بداية البرونز الأوسط.

و لقد قام الباحث بورجوت بتسليم هذه الأداة إلى الباحث بيلاقو (E. Pelagaud)، الذي سلمها بدوره **لمتحف ليون** حيث عرضت بقاعة الانتروبولوجيا ، و هذا حسب ما صرح به الباحث سوفيل (Souville G., 1956, p. 236).

و قصد التأكد من وجود هذه القطعة بالمتحف، أجرينا إتصالات مع محافضي كل متاحف ليون و هي:

- Musée et sites Gallo-romains, Lyon, Fourvière.
- Musée des beaux-Art de Lyon.
- Musée des Confluences.

و بإنعدام الأداة في المتاحف المشار إليها أعلاه، أجرينا كذلك اتصالات بجامعة ليون 1، التي تحتفظ بمجموعة من القطع الأثرية الجزائرية، حيث أفادنا محافظ المجموعات المتحفية بهذه الجامعة إيمانوال روبارت (Emmanuel Robert)، بمصدر الأدوات المحفوظة لديهم حاليا، و التي تتمثل في كل من: موقع المنيعة (El Goléa) بغرداية، الوسطى (El Ouasta) و العارية (El Aria) بقسنطينة، و سيدي فرج (الجزائر العاصمة). تمثل هذه الأدوات التي ترجع في

معظمها إلى العصر النيوليتي، في أدوات حجرية، و حلي من الأصداف و مواد أخرى، بالإضافة إلى عظام حيوانية، و أربعة (4) فؤوس حجرية مصقولة تنتمي إلى موقع البيلية (Bilua ?)، لكن لا وجود لأي أداة معدنية، على حسب قول المحافظ، مما يؤدي بنا إلى إدراج هذا *الفأس ضمن الأدوات الضائعة.*

4- جزء من فأس لمتحف الباردو:

تتمثل هذه الأداة في الجزء النشيط الذي تبقى من فأس كان محفوظ، حسب الباحث كامبس بمتحف الباردو، و بإستثناء الإشارة إلى إكتشافها بمنطقة الوسط الجزائري، و هي لا تحمل أي تفاصيل. و من خلال النهاية المتسعة التي تميز هذه الأداة، فهي تندرج إما ضمن مجموعة الفؤوس ذات عقب، أو ضمن مجموعة الفؤوس ذات مروحة، حيث يرجح الباحث كامبس إنتمائها إلى عصر البرونز الأوسط.(G. Camps, 1960, p. 44)

بعد محاولتنا لمعاينة الجزء المتبقي من هذا الفأس بمتحف الباردو، *تبين أنه لا وجود له بالمتحف.*

5- فأس مسطح من البرونز (تيارت) (Columnata قديما):

مقاسات الأداة: الطول الأقصى: 103 ملم، عرض القاطع: 48 ملم، عرض العقب: 22 ملم، السمك أقل 5 ملم، و الوزن: 98غ.

يرجع اكتشاف هذه الأداة إلى الباحث كادنا (Cadenat P.) سنة 1955، على مستوى سطح قطعة أرض فلاحية، بمنطقة سيدي حسني، المعروفة سابقا بـ (Waldeck-Rousseau). عثر عليها في حالة حفظ متوسطة، لولا انتشار بعض الانتفاخات السطحية الناتجة عن ردمها الطويل في التراب. و هي حسب الباحث كادنا، أداة نذريه أكثر من كونها سلاح (أنظر اللوحة 3، الصورة.23، ص.104).

بالرغم من صعوبة تأريخ هذه الأداة التي عثر عليها خارج إطارها الأثري الأصلي، إلا أن كادنا افترض إدراجها ضمن مرحلة البرونز (I).

لقد أسفرت بعض التحاليل الكيميائية عن تركيبة هذه الأداة، المشكلة من مادة البرونز بنسبة 7,6% من القصدير، و هي على حسب قول الباحث كادنا، نسبة لا تختلف عن تركيبة الحلي التي عثر عليها في معالم فجر التاريخ، كأدوات دولمانات قاستال و بني مسوس، و كذا أدوات الركنية، التي تحتوي على 91,2% من النحاس، و 8,8% من القصدير (Cadenat P., 1956, p. 284).

و بخصوص مكان حفظ هذا الفأس، نحن نجهل تماما مصيره بالرغم من محاولة الكشف عنه مجددا في عدد من المتاحف لأغراض المعاينة.

6- مدببة من نمط بالميلا لموقع دالية سيريرو (Vigne Serrero) بقرية طوريش (تيارت):

مقاسات الأداة: الطول:135 ملم، و لها تقريبا نفس العرض، سمك الحواف: 10,5 ملم، سمك العنق: 24 ملم، الوزن: أقل من 1 غ.

عثر على هذه الأداة، من طرف الباحث كادنا، في نفس السنة التي عثر فيها على فأس كولومناتة، و ذلك بقرية عين طوريش الواقعة على بعد 13 كلم شمال شرق ولاية تيارت. كانت هذه الأداة المشكلة مادة النحاس أو البرونز، في حالة حفظ متوسطة، تتميز بشكلها الهرمي ذات عنق مثلث.

ولقد سجل وجود بجانب هذه المدببة عدد من الشظايا المعدنية، و مخرز من البرونز (Cadenat P., 1994, p. 2) .

تعذّر علينا القيام بمعاينتها بسبب غياب المعطيات المتعلقة بمكان حفظها.

فضلا عن كل ما سبق ذكره سالفا، نشير أن الباحث كادنا، عثر على مجموعة من ثلاث (3) أسلحة معدنية، محفوظة بمتحف فيجاك بفرنسا (Figeac au Lot

Musée)، و حسب المعطيات الواردة ضمن بطاقاتها التعريفية، فإن هذه الأدوات تنتمي إلى منطقة مستغانم، و قد تم العثور عليها من طرف السيد بويسو (M. Bouyssou)، الذي كان عاملا في المنطقة قبل 1934، علما أنه بالرغم من أهمية هذه الأدوات، إلا أنها لم تحض بإهتمام الباحثين الذين عزفوا عن دراستها.

تتمثل هذه المجموعة المكونة من ثلاثة أدوات في كل من فأس ذو عقب، و مدببة من نمط بالميلا، تم العثور عليهما بمنطقة الخروبة على بعد 4 كلم شمال شرق مستغانم، و مدببة ثانية من نمط بالميلا كذلك، عثر عليها بمنطقة ستيدية (Stidia)، و التي سوف نبرز أهم ما ورد عنها من خلال ما يأتي:

7- فأس الخروبة (Kharrouba) (مستغانم):

مقاسات الأداة: الطول: 9,1 سم، عرض العقب ضيق يقدر بـ: 1,7 سم.

يتميز فأس الخروبة بحواف قليلة البروز، و قاطع مقعر، الشيئ الذي سمح للباحث كادنا بتصنيفه، إما ضمن نمط نيروز (le type de Neyruz)، أو ضمن نمط بولادة (type de la Polada)، الذي كثر إنتشاره في بداية عصر البرونز في كل من سويسرا، و شرق فرنسا و إيطاليا، كما يظهر على سطح هذه القطعة آثار الطرق.

8- مدببة نمط بالميلا للخروبة (مستغانم):

مقاسات الأداة: الطول: 10 سم، أقصى عرض: 18 سم.

تتميز هذه القطعة على مستوى جسمها العريض (limbe) و بعدم التناظر، ربما بسبب فقدان الأداة لإحدى مروحيها.

9- مدببة نمط بالميلا لستيدية (Stidia) (مستغانم):

مقاسات الأداة: الطول: 7,7 سم، جسمها عريض، و هي حادة نوعا ما.

تتمثل هذه الأداة في المدببة الثانية المحفوظة بمتحف فيجاك، لمنطقة ستيديا، و هي قرية ساحلية تقع بغرب مدينة مستغانم، تتميز هذه الأداة بحواف بارزة، في مركز وجهها، مكونة بذلك شكل مثلث، و ذلك بسبب عملية الطرق المكثفة التي خضعت إليه الأداة. (Camps G., Cadenat P., 1980, p. 7)

يبدو أن هذه الأدوات الثلاثة لا تزال محفوظة بمتحف فيجاك، و ذلك حسب الباحث توفرون الذي قام بأخذ صور لهذه القطع (M. Tauveron, 1992, p : 18, 20, 28, 30). (أنظر اللوحة 3، الصورة.24، و 25، ص.104)

و نحن من جهتنا لم نكتفي بهذا الأمر، بل قمنا بإتصالات عديدة مع مدير متاحف فيجاك السيد بنجمان فيندينير (Benjamin Findinier)، الذي أكد لنا من وجود هذه الأدوات، وهي محفوظة حاليا في متحف شانباليون (Musée Champollion) بفيجاك، و هي تحمل رقم الجرد التالي:

- 02 332 1VF: بالنسبة لفأس الخروبة.
- 02.333 1VF: بالنسبة لمدببة الخروبة.
- 02.333.2VF: بالنسبة لمدببة ستيدية.

كما أشار المدير إلى وجود بطاقة تقنية قليلة الوضوح لكل مدببة، و قد حاول المدير اعادة كتابة محتوى كل بطاقة، و التي ننقلها تماما كما رسلها إلينا و هي:

«**Lance bronze** (2 à 3 lettres effacées (près ?, vers ?)?)**chapelle Karouba** »
L’étiquette figurant sur la pointe de la Stidia est plus difficile à lire :
«**Lance en bronze chemin de la Stidia à** Mor(?caj ?) **à 250 m . à gauche dir.Nrd**(, Nord ?) **2’ 50’’** ».

10- فأس من البرونز لولاد ميمون (Lamoricière) بتلمسان:

عثر على هذا الفأس الباحث كوريراس (Cureyras G.) سنة 1886، في وسط أراضي قبيلة أولاد ميمون شرق تلمسان داخل مغارة طبيعية، قام الإنسان

بتوسيعها. إلى جانب هذه الأداة المشكلة من مادة البرونز، تم العثور في تلك المغارة على فأس من الحجر المصقول، و أدوات من الصوان، و عظام، و بالرغم من إشارة الباحث إلى حفظ ذلك الفأس بمتحف الجزائر (Cureyras G., 1886, p. 127). إلا أنها *حاليا مفقودة*.

كما سبق و أن أدلى الباحث فينانقر (Feningre A.) سنة 1889، أنه عثر، بمنطقة تلمسان على عدد كبير من الأدوات البرونزية و الحديدية، إلاّ أنه لا يتوفر في الوقت الحالي أية أداة تنسب لهذه المنطقة. (Doumergue F., 1927, p. 140).

و إذا إنتقلنا إلى إقليم شمال الصحراء الجزائرية، يضهر كذلك أنه توفر في هذا النطاق الجغرافي بعض الأدوات المعدنية، المتمثلة في: فأس مسطح من النحاس (une hache plate)، و مخرز (poinçon)، و رمح (une flèche) التي تم إكتشافها في العرق الراوي، بموقع تبلبالة ببشار، بالإضافة إلى خنجر عرق الشاش بأدرار، (Camps G., 1960, p. 35)، و هي كالتالي:

11– فأس العرق الراوي (Erg Er-raoui) (بشار):

تم العثور على هذا الفأس المشكل من مادة النحاس بمنطقة تبلبالة، و هو عبارة عن أداة مسطحة، و صغيرة الشكل، كانت مهشمة إثر اكتشافها. و هي *حاليا مفقودة*.

12– مدببة رمح العرق الراوي (Erg Er-raoui) بمنطقة تبلبالة **(بشار):**

تقتصر المعطيات التوثيقية المتوفرة حول هذه المدببة، بإحتمال تشكيلها من مادة البرونز، كما *نجهل مصيرها و مكان حفظها*.

13- خنجر عرق الشاش (Erg Echach) بأدرار:

مقاسات الأداة: الطول: 171,4 ملم، العرض الأقصى للحافة الحادة: 33 ملم، عرض العقب: 19 ملم، السمك الأقصى: 10 ملم.

تم تشكيل هذه الأداة المهشمة إلى أربعة أجزاء، من مادة البرونز، نهايتها النشيطة عريضة نوعا ما مقارنة بجسم الأداة و قاطعها محدب. عثر عليها في حالة حفظ سيئة، حيت تنتشر على سطح الأداة زنجرة خضراء و انتفاخات.

و الجدير بالذكر أن خنجر عرق الشاش، لا يزال محفوظ بمتحف الباردو بالجزائر، تحت رقم الجرد القديم (PDX9) و رقم الجرد الجديد ((1-4) PHD.X.3) (أنظر اللوحة 3، الصورة.27، ص.104) لتصبح الدليل الوحيد الدال عن مجموع الأسلحة المذكورة أعلاه، و المحفوظة في متاحفنا.

و بذلك نكون قد أحصينا ثلاث عشرة (13) أداة من نوع السلاح (إثنان عشرة منها من البرونز، و أداة واحدة من النحاس)، ترجع إلى مواقع خاصة للجزائر الوسطى، و الغربية، و شمال الصحراء.

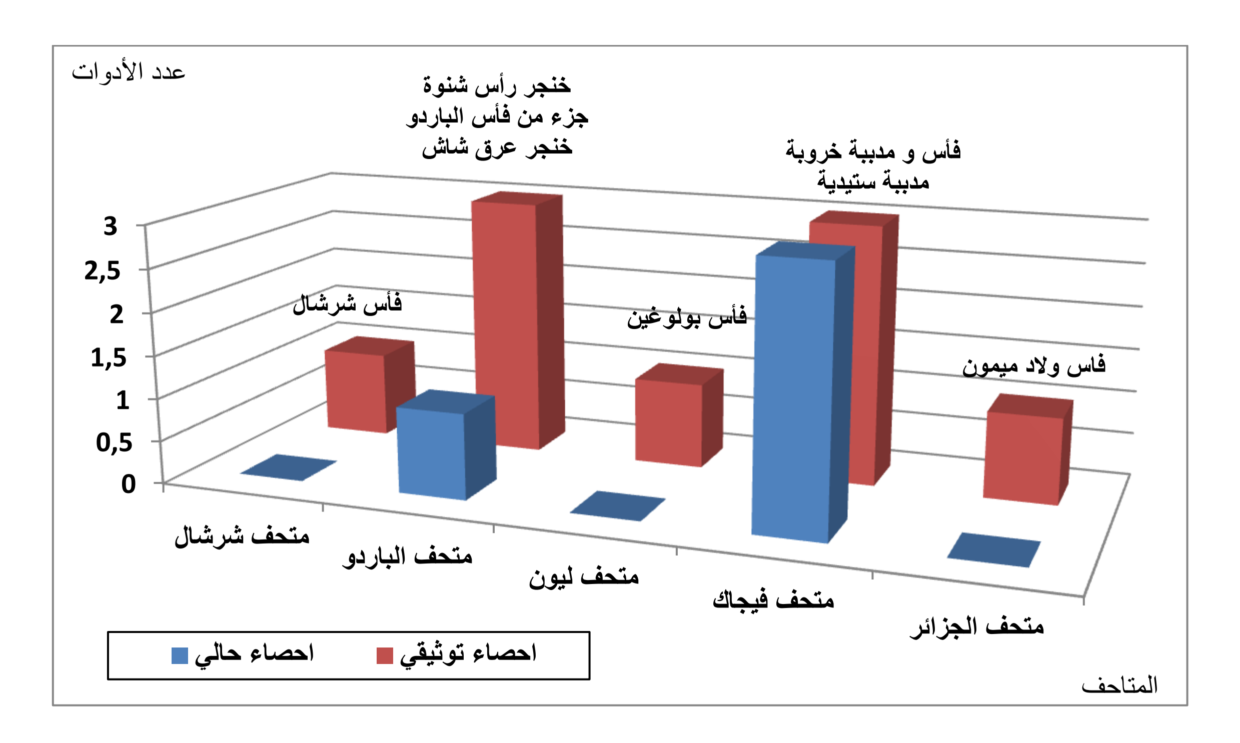
كما إتضح من خلال محاولتنا لمعاينة هذه الأسلحة، أن معظمها مجهولة المصير، بإستثناء أربعة (4) منها التي لا تزال محفوظة في المتاحف (أنظر الشكل 17، ص. 103)، و هو كل من: متحف الباردو (خنجر عرق الشاش بأدرار)، و متحف فيجاك بفرنسا (فأس، و مدببة خروبة، و مدببة ستيدية).

أما فيما يتعلق بأصل هذه الأسلحة، سواء تلك التي وجدت في الشمال، و في الجنوب الجزائري (أنظر الجدول 15)، فحسب الباحث مارتان (Martin B. Saez)، فإن كل هذه الأدوات هي من أصل إيبيري (Camps G., 1960, p. 35) ، في حين يؤكد الباحث كادنا أن هذه الأدوات، خاصة منها تلك التي عثر عليها في كل من منطقة

كولومناته بتيارت، و مدببة كرمة سيريرو، و مخرز كرمة بوداي، هي بمثابة دلائل لوجود عصر البرونز في الجزائر (Cadenat P., 1994, p. 2) .

رقم	صاحب الإكتشاف	نوع الأداة	الموقع	المادة الأولية	مكان حفظها
1	Cureyras1886	فأس	أولاد ميمون (تلمسان)	برونز	مفقودة
2	Dr. Bourjot1879	فأس	بولوغين (الجزائر العاصمة)	برونز	
3	1914؟	فأس	شرشال	برونز؟	
4	1914؟	فأس	الجزائر (متحف الباردو)	برونز	
5	Cadenat P.1956	فأس	سيدي حسني (كلومناته) تيارت	برونز	
6	M. Rassel1959	خنجر	الشنوة (تيبازة)	نحاس	
7	P. Cadenat ؟	مدببة بالميلا	دالية سريرو (قرطوفة) بتيارت	نحاس أو برونز	
8	M. Bouyssou	فأس	الخروبة (مستغانم)	؟	متحف فيجاك (فرنسا)
9		مدببة بالميلا			
10		مدببة بالميلا	ستيدية (مستغانم)		
11	؟	فأس مسطح	العرق الراوي (تبلبالة ببشار)	نحاس	مفقودة
12	؟	رمح	العرق الراوي	البرونز؟	
13	؟	خنجر	عرق الشاش (ادرار)	برونز	متحف الباردو

جدول.15- جرد الأسلحة التي عثر عليها في الجزائر.



شكل.17- الأسلحة المعدنية حسب توزيعها عبر المتاحف.



صورة.23– فأس كولومناتة (تيارت)

(P. Cadenat, 1956)



صورة. 24– فأس و مدببة خروبة (مستغانم)

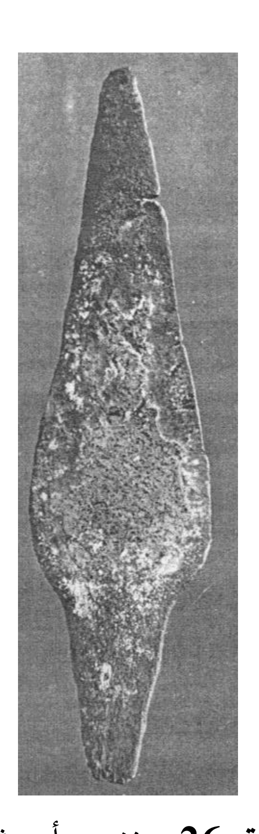
(M. Tauveron, 1992, p. 28)



صورة. 25– مدببة ستيدية

(مستغانم)

(M. Tauveron, 1992, p. 30)



صورة. 26– خنجر رأس شنوة

(تيبازة)

(G. Camps,P. Giot, 1960, p. 271)



صورة. 27– خنجر عرق شاش

(أدرار)

(صورة للطالبة)

لوحة 3: نماذج لأسلحة نحاسية و برونزية.

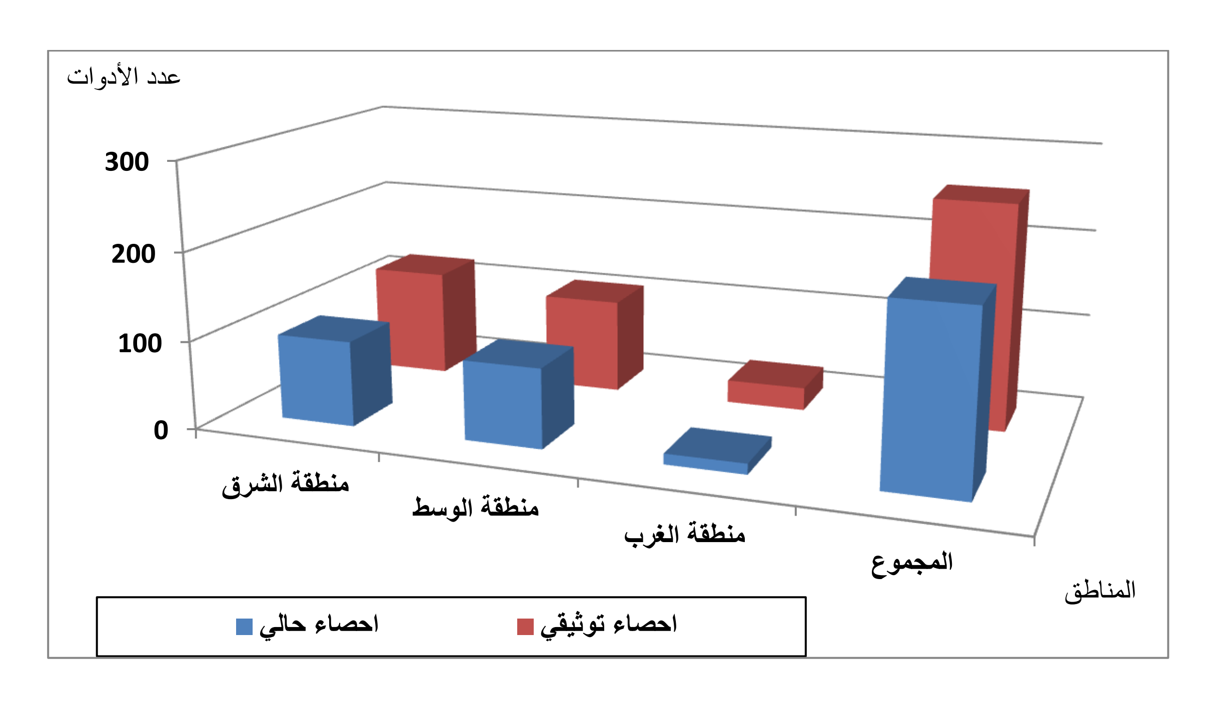
استنتاج عام

على ضوء ما تم تقديمه من معطيات التي استخلصناها، من خلال البحث التوثيقي و البيبلوغرافي، توصلنا إلى ضبط التعداد الإجمالي لكل الأدوات، المتمثلة في الحلي، و الأسلحة، و الأدوات الأخرى، التي حدد مكان حفظها، و التي تقدر بأكثر من مئتان و خمسة و خمسون (255) أداة منها تسعة و أربعون (49) أداة نحاسية و مئتان و ستة (206) برونزية، موزعة عبر ثمانية و عشرون (28) موقعا من مختلف مناطق الجزائر، كما يتضح ذلك من خلال الجدول الآتي، و الشكل 18:

	الموقع	عدد الادوات		مكان حفظها
		حسب المنشورات	حسب مكان الحفظ الحالي	
الشرق	سيلا (ام بواقي)	14 (1نح+13بر)	9	سيرتا
	الأغواد	1 نح	1	
	قمة لقردة	7 نح	7	
	علي باشا	؟	15	
		> 26 نح	7	متحف بجاية
	بونوارة (قسنطينة)	3 بر	3	الباردو
	قاستال (تبسة)	36 بر	38	الباردو
			5	سان جرمان
	الركنية (قالمة)	أكثر من 16 بر	1	الباردو
			11	سان جرمان
	سيقوس (أم البواقي)	2 بر	0	مفقودة
	عين شرشار (سكيكدة)	1 بر		
	رأس العين بو مرزوق	7 نح		
	المعاضيد (مسيلة)	9 (2نح+7بر)		
	المجموع	122	97	
الوسط	بني مسوس	64 بر	55	متحف الباردو
	أشير (مدية)	30 بر	30	متحف المدية
	سركوف (عين طاية)	> 7 بر	2	متحف الانسان

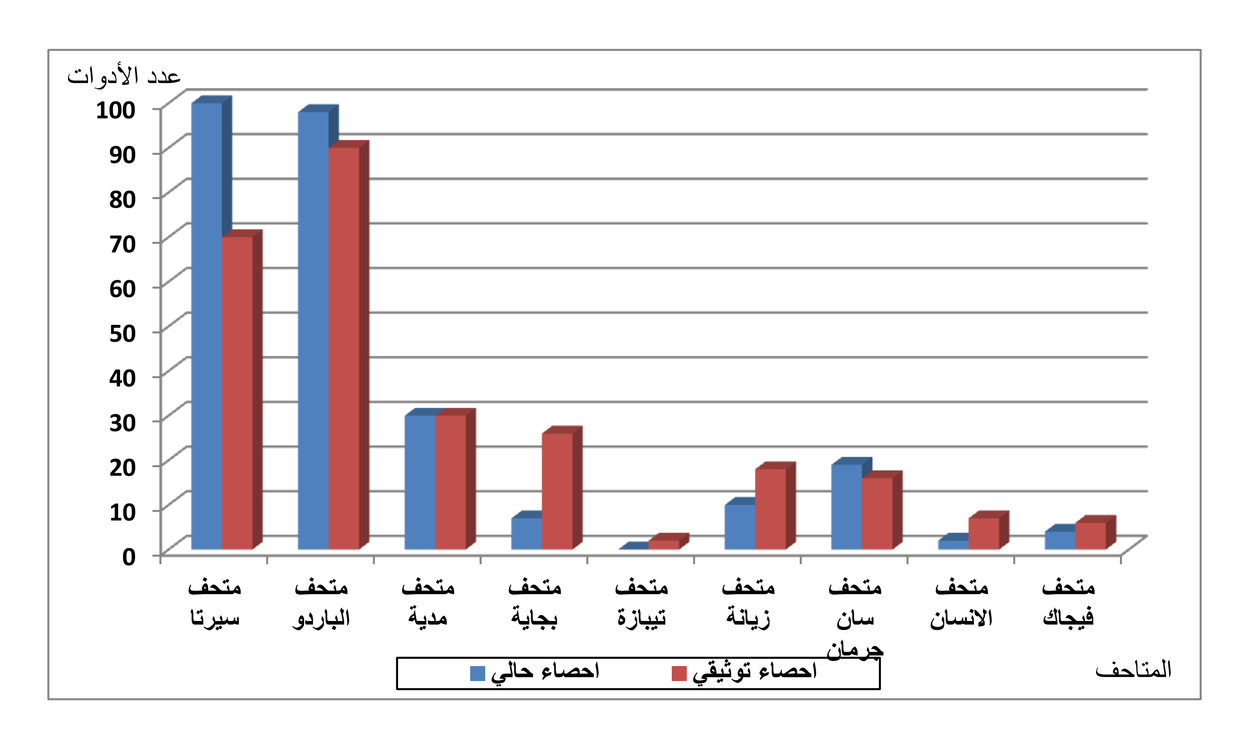
الموقع		عدد الادوات		مكان حفظها
		حسب المنشورات	حسب مكان الحفظ الحالي	
	كودية (برج منايل)	0	3	سان جرمان
	مغارة رولاندا (العاصمة)	2 بر	0	مفقودة
	فأس موقع شرشال	1 بر	0	
	خنجر رأس شنوة	1 نح	0	
	فأس بولوغين	1 بر	0	
	جزء من فأس الباردو	1 بر	0	
	المجموع	**103+ 4 أسلحة**	**90**	
الغرب	عين الصفراء (النعامة)	11 بر	7	**متحف زابانة**
	عرق الشاش (أدرار)	1 بر	1	**متحف الباردو**
	موقع بوهران	3 بر	1	**متحف فيجاك**
	خروبة (مستغانم)	2 بر	2	
	ستيدية (مستغانم)	1 بر	1	
	سوما (تيارت)	1 بر	0	**مفقودة**
	مغارة شتان (سعيدة)	1 نح	0	
	عين القدارة	3 نح	0	
	سيدي بن يبكة (وهران)	3 بر	0	
	المجموع	**22+4 أسلحة**	**12**	
المجموع الكلي		**> 255**	**> 199**	

جدول.16: أماكن حفظ الأدوات المكتشفة بالجزائر.



شكل.18: عدد الأدوات المعدنية من خلال المنشورات و الإحصاء الحالي.

كما تمكننا، من خلال معاينة الأدوات و إحصاءها، تسجيل مئة و تسعة و تسعين (199) أداة معروف مكان حفظها، و هي لا تزال محفوظة بالمتاحف الوطنية منها، و الأجنبية، كما وجدنا في بعض المتاحف أدوات أخرى تنعدم فيها التقارير و المنشورات المتعلقة بها، أحصينا منها ثمانية و ستون (68) أداة بمتحف سيرتا، و ثلاثة (3) بمتحف زبانة بوهران، ليصل بذلك عدد الأدوات المحفوظة بالمتاحف إلى أكثر من مئتان و سبعون **(270)** أداة، مقابل أكثر من مئتان و خمسة و خمسون (255) أداة، كما يتضح ذلك من خلال الشكل 19:



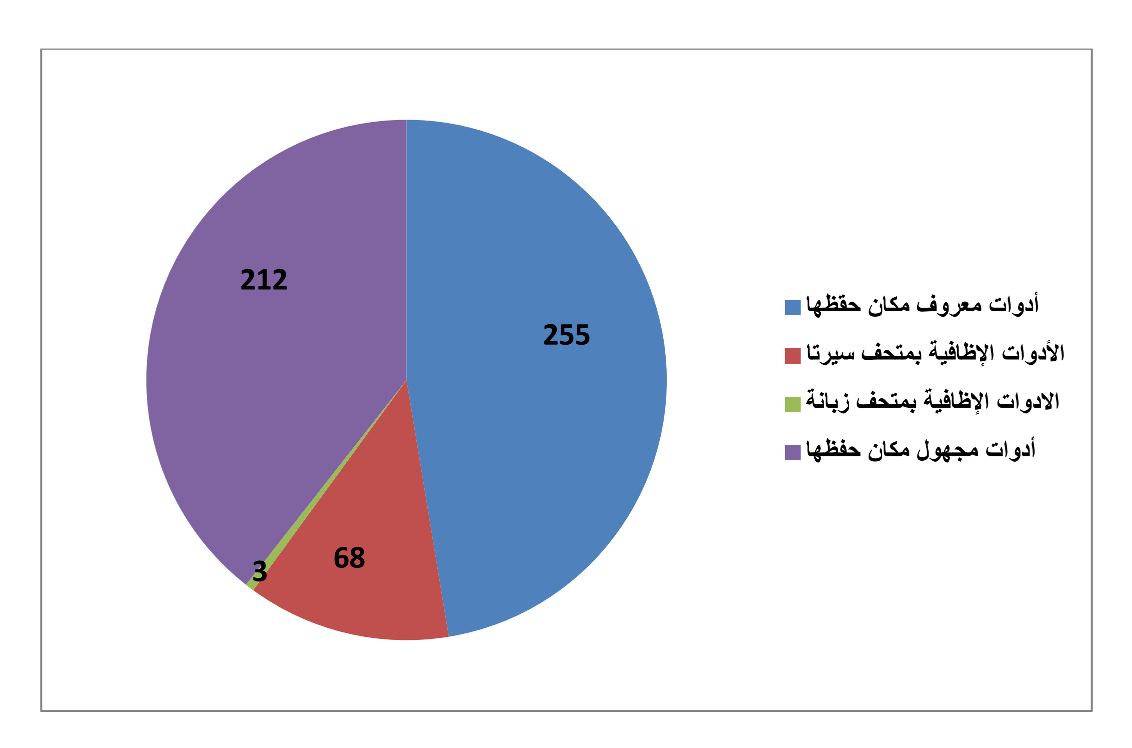
شكل.19- الأدوات المعدنية حسب توزيعها عبر المتاحف.

وبخصوص الأدوات (الحلي و الأسلحة) التي لم يحدد فيها الباحثون مكان حفظها، فهي تقدر بمئتان و إثنة عشرة (212) أداة، موزعة عبر إثنان و خمسين (52) موقعا، و التي أدرجناها ضمن الجدول التالي:

الأدوات المجهولة مكان حفظها						المجموع	
منطقة الشرق		منطقة الوسط		منطقة الغرب			
15 موقع		10 مواقع		27 موقع		**52 موقع**	
منشورات		منشورات		منشورات		**المنشورات**	
21		35حلية		151حلية +5أسلحة		**212**	
Cu	Br	Cu	Br	Cu	Br	**Cu**	**Br**
2	19	13	22	90	66	**105**	**107**

جدول.17- توزيع الأدوات المجهولة مكان حفظها بالجزائر

و إذا ما حاولنا رصد حوصلة عامة حول عدد الأدوات التي تم اكتشافها في الجزائر، آخذين بعين الاعتبار مجموع الأدوات التي لم يحدد فيها مكان حفظها، يكون عددها حسب الشكل 20:



شكل.20- مجموع الادوات المشكلة من النحاس و سبائكه بالجزائر.

مجموع الأدوات و الأسلحة حسب المنشورات: أكثر من 255 أداة.

الأدوات الأخرى الموجودة بمتحف سيرتا: 68 أداة (أنظر ص. 69)

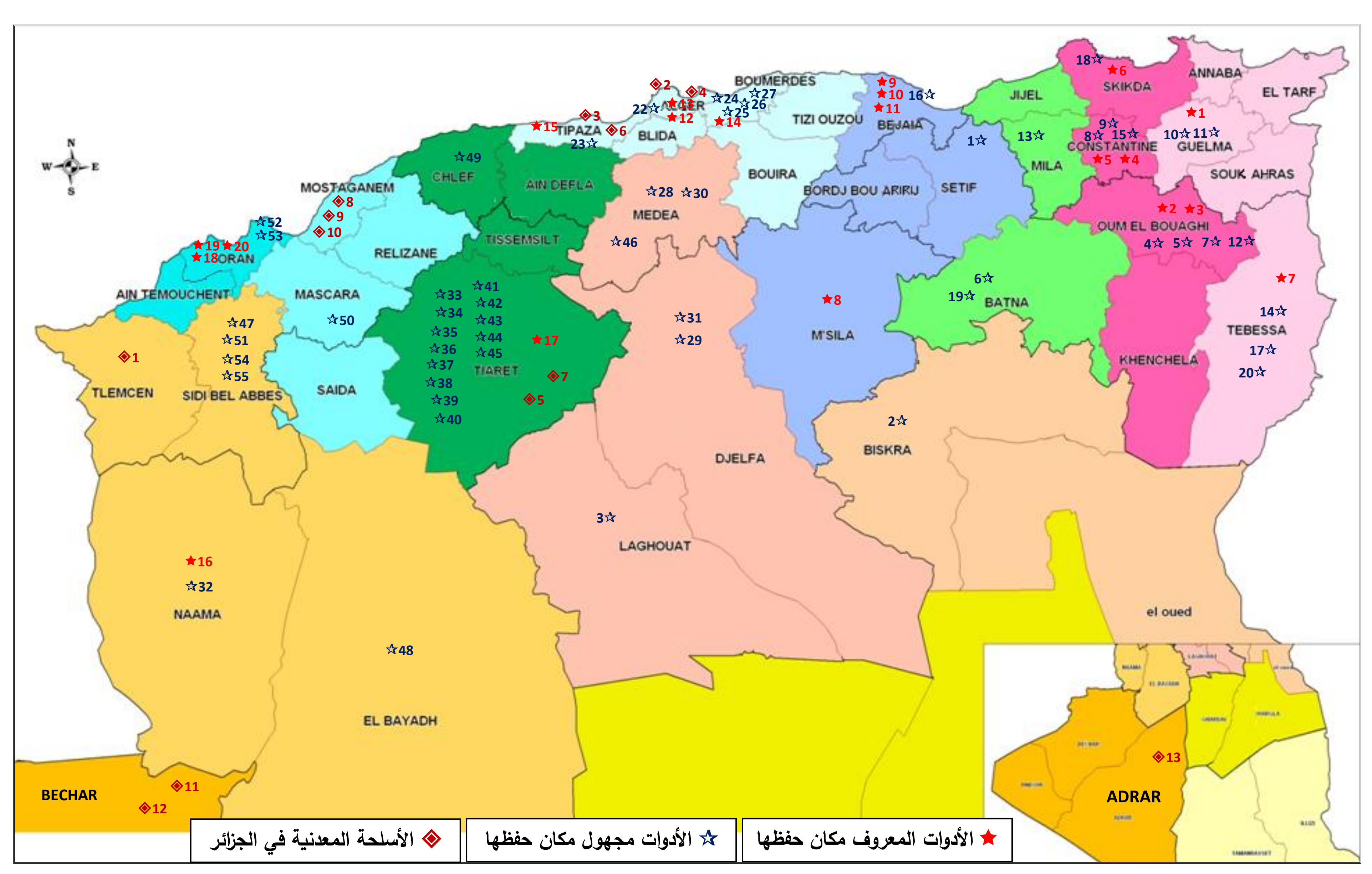
الأدوات الأخرى الموجودة بمتحف زبانة: 03 أدوات (أنظر ص.78)

الأدوات المجهول مكان حفظها: 212 أداة

وبالتالي توصلنا إلى تحديد العدد الاجمالي للأدوات التي تم العثور عليها في الجزائر، و الذي يقدر بأكثر من خمس مئة و ثمانية و ثلاثون **(538)** أداة معدنية (أنظر الخريطة ص.111)، في حين أحصى الباحث توفرون، مئتان و خمسون (250) قطعة تنتمي للمغرب بأكمله (M. Tauveron, 1992, p. 43)، أما العدد الحقيقي للأدوات التي لا تزال محفوظة بالمتاحف، فهو لا يتعى مئتان وسبعون **(270)** أداة.

و حينما نحاول التمعن أكثر في العدد الإجمالي للأدوات التي تم إحصاءها (538 قطعة)، فهو يمثل إلاّ الحد الأدنى من نسبة مجموع الأدوات المعدنية التي اكتشفت في الجزائر، خاصة إذا علمنا أن العديد من هذه الأدوات لم يتم التصريح عن إكتشافها خلال التنقيبات الغير الشرعية، و الخاصة بالمعالم الجنائزية. و في هذا السياق يعترف الباحث كامبس بوفرة الأثاث المعدني في المعالم الجنائزية، بقوله:

"لا شك أن أغلبية مقابر فترة فجر التاريخ لشمال إفريقيا، كانت تحتوي على حلقات، و أساور، و عناصر عقد، و غيرها من الأدوات البرونزية، التي تميزت بها بعض المقابر، و التي من بينها مقبرة بني مسوس بالجزائر، التي توفر فيها 36 سوارا، و 14 حلقة أذن، 5 ذؤابات، 4 أبازيم، مشبك، قفل، و عدد من الأدوات الأخرى المبعثرة بين مختلف مجموعات الخواص". (G. Camps, P. R. Giot, 1960, p. 265)



شكل.21- خريطة لتوزيع الأدوات النحاسية، و البرونزية، و الأسلحة في الجزائر (من إعداد الطالبة).

مفتاح الخريطة:

الشرق	معروف مكان حفظها	1) الركنية (قالمة)	7) قاستال (تبسة)
		2) سيلا (عين مليلة)	8) المعاضيد (مسيلة)
		3) سيقوس (أم البواقي)	9) الإغواد (بجاية)
		4) بونوارة (قسنطينة)	10) قمة القردة (بجاية)
		5) رأس العين بومرزوق (قسنطينة)	11) علي باشا (بجاية)
		6) عين شرشار (ex. Auribeau) (سكيكدة)	
	مجهول مكان حفظها	1) عين روة (سطيف)	11) وادي شنيور (قالمة)
		2) دوسان (بسكرة)	12) تركبين (عين مليلة)
		3) وادي جدي (الأغواط)	13) فج مزالا (ميلة)
		4) مسكيانة (أم البواقي)	14) رفانا (تبسة)
		5)كاليما (أم البواقي)	15) مغارة الحمام (قسنطينة)
		6) إشوكان (باتنة)	16) رومان (بجاية)
		7) بوزاباوين (عين مليلة)	17) فركان (تبسة)
		8عين الباي (قسنطينة)	18) عين شارشار (سكيكدة)
		9) بوسلة (قسنطينة)	19) عين الحمام (باريكة)
		10) الركنية (قالمة)	20) الكويف (تبسة)

الوسط	**معروف مكان حفظها**	**12)** بني مسوس (الجزائر العاصمة) **13)**سركوف (عين طاية)	**14)**كودية (برج المنايل) **15)**مغارة رولاند (تيبازة).
	مجهول مكان حفظها	**21)** موقع بمفتاح (ex Rivet) (بليدة) **22)** بني مسوس (الجزائر العاصمة) **23)** تيبازة **24)**مغارة الصخرة الكبيرة (عين بنيان) **25)**ملجئ برج المنايل **26)**درع زبوج (برج المنايل)	**27)** قبور في يسر **28)**بوغار (المدية) **29)**الورك (مدية) **30)**موقع بالمدية **31)** موقع بالجلفة **32)** الكراشم (عين وسارة)

الغرب	**معروف مكان حفظها**	**16)**عين الصفراء (النعامة) (م) **17)**سوامة مشرع الصفا (تيارت) **18)**القدارة (وهران)	**19)** موقع بوهران **20)**سيدي بن بيكة (ex. Kleber) (وهران)
	مجهول مكان حفظها	**33)** عين الصفراء (النعامة) **34)** كرمة سيريرو (طوريش بتيارت) **35)** كرمة بوداي (قرطوفة بتيارت)	**45)** فروان (C)(تيارت) **46)** مرتفع قرطوفة (تيارت) **47)**عين قادة (سيدي بالعباس)

36) كرمة دولوش (قرطوفة بتيارت) **37)** كرمة دوبري (دحمون بتيارت) **38)** كاف تراد (سيدي حسني بتيارت) **39)**كاف السمر (تيارت) **40)** منطقة من تيارت **41)** أفلو (تيارت) **42)** عين طوريش (تيارت) **43)** طوريش (ك) (تيارت) **44)** سومة مشرغ الصفا (تيارت) **48)** بوكتوب (البيض) **49)** الجبال الحمراء (شلف) **50)** ويسر (معسكر) **51)** سيدي حمدوش (ex. Trembles) **52)** عين الترك (وهران) **53)** منطقة بوهران **54)** التلاغ (سيدي بالعباس) **55)** الضايا (ex. Bossuet)(سيدي بالعباس).		

الفصل الثاني:

" المعادن المستعملة و طرق تشكيلها "

I. *الاستعمالات الأولى للمعادن.*

II. *أهم معادن عصري النحاس و البرونز.*

III. *تقنيات استغلال الانسان للفلزات النحاسية.*

IV. *طرق تشكيل الأدوات و تقنيات معالجتها.*

I- الاستعمالات الأولى للمعادن:

يعود أقدم استعمال للمعادن إلى العصور الأولى من فترة ما قبل التاريخ، و نخص بالذكر الباليوليتي الذي عرف استعمال الفلزات الحديدية مثل الايماتيت (Hématite)، و الليمونيت(Limonite)، فالمغرة الحمراء ما هي إلا إيماتيت غنية بالطين، و المغرة الصفراء هي ليمونيت غنية بالطين، استعملت في الفن الجداري حيث قام الإنسان بسحقها أولا ثم وشم بها أو رشها على جسمه، و نجدها في المواقع الأثرية إما على شكل كتل من مغرة صفراء أو حمراء، أو على الأدوات الحجرية التي لا تزال تحمل آثار هذه الألوان، أو على العظام الإنسانية التي تدل على استعمال هذه المواد في الطقوس الجنائزية، او على شكل صفائح أو قضائب مهيأة من المغرة، منها المثقوبة مشكلة ذؤابات.

اكتشفت هذه المواد في مواقع عديدة من العالم لا سيما في الجزائر، وتنسب إلى الحضارات الإبيرومغربية، و القفصية، و فترة فجر التاريخ، نذكر منها على سبيل المثال موقع رأس الدبة ببو سعادة، و كولومناتة، و عين قادة بتيارت، و غيرها من المواقع الكثيرة (H. Camps-Fabrer, 1962, p. 17) .

لكن أولى الأدوات المعدنية التي شكلها الإنسان، مصنوعة من معدن النحاس، و الذهب، وتعود أقدم أداة عثر عليها لحد الآن إلى الألفية التاسعة، وجدت بمنطقة زاقروس (Zagros) بكردستان شمال شرق العراق، كما عثر على أدوات أخرى صغيرة تعود إلى الألفية الثامنة، في مناطق مختلفة من إيران، و تركيا، و سوريا، ثم تعممت عبر أنحاء العالم مع نهاية الألفية الخامسة.(J. P. Mohen, 1990, p. 49)

يهتم تاريخ التعدين القديم بدراسة المعادن التي استغلها الانسان منذ اكتشافه لها، و كذا تحديد مصدرها، كما يكشف عن طرق معالجة هذه المعادن (الطحن، الغسل، التحميص...) و كيفية ارجاعها في أفران خاصة بالمعادن، و هذا ما يساعدنا في إعادة

تصور السلسلة العملية التي يتم فيها تشكيل القطع النصف جاهزة أو النسائك إلى أن نتحصل على الأداة كاملة.

فما هو المعدن و ما هي خصائصه التي جعلت منه مادة قابلة للتشكيل؟ وكيف تمكن الإنسان من معالجته و تصنيعه؟

يعتبر المعدن و سبائكه، مادة صلبة (باستثناء الزئبق مادة سائلة)، غير شفافة، ذات هيكلة بلورية متجانسة، تكون معظمها على شكل مكعب، يرتبط في معظم الأحيان بسهولة بمواد كيميائية أخرى، كالأكسيجين، و الكبريت، و الزرنيخ، و غيرهم. (C. Volfovsky, 2001, p. 13)

تنتشر هذه المعادن في الطبيعة، تكون في معظم الأحيان في حالة مركبة تعرف بالفلزات، و هي دائما مغلفة بغلاف معدني(H. Guerin, 1969, p. 150) ، إذ تكون إما على شكل أكاسيد، أو كاربونات ،أو على شكل سولفورات، و قليل منها فقط يظهر في شكل غير مركب، او نقي و هو ما يعرف بالمعادن الخامة(Les Métaux Natifs)، منها النحاس، و الفضة، و الذهب، و الرصاص، و الحديد، واستثنائيا الحديد النيزكي، هذه المعادن الخامة تكون هي الأخرى، في معظم الأحيان مغلفة، و تأخذ كلها اللون الأبيض القصديري، باستثناء النحاس (أحمر) و الذهب(أصفر).(A. Betekhtine 1968, p. 163)

و قد تمكن الإنسان منذ فترات ما قبل التاريخ، من تصنيع كل المعادن الخامة المعروفة حاليا، لأنها توجد على سطح الأرض، بالإضافة إلى انها سهلة التشكيل. (J. P. Mohen, 1990, p. 48)

1 – خصائص المعدن:

ترجع الأسباب الرئيسية التي جعلت الإنسان يتخلى بسهولة عن المادة الحجرية و استبدالها بالمعدن، إلى اكتساب هذه الأخيرة خصائص مميزة و جذابة مرتبطة بهيكلته

البلورية، كتصفيحها مثلا باستعمال المطرق، أو تمديدها على شكل أسلاك، بالإضافة الى خصائص أخرى فيزيائية مثل اللون، البريق..الخ و ميكانيكية منها (G. Guerin, 1969, p. 148)

أ- **قابلية التشكيل (Malléabilité) :**

هي خاصية تتميز بها بعض المعادن، تتمثل في قدرتها على التشوه، كتسطيحها مثلا، سواء كان المعدن على البارد أو على الساخن، ويمنحه هذا الأخير مرونة أكبر وتماسك جيد، لان قابلية تشكيل المعدن تزداد كلما ارتفعت درجة الحرارة. (J. philibert et All, 2002, p. 779)

ومن بين المعادن المصنفة حسب قابلية تشكيلها المتزايدة، الحديد(Fe)، الزنك(Zn)، الرصاص(Pb)، القصدير (Sn)، النحاس(Cu)، الألمنيوم(Al)، الفضة (Ag)، و الذهب (Au). (J. Cessac, G. Tréherne, 1966, p. 14)

ب- **الليونة(Ductilité) :**

تنطبق هذه الخاصية على المعادن التي لها القدرة على التشوه دون انقطاع أو كسر، بسبب قدرتها في التمدد أو الالتواء بسهولة. لأن المواد اللينة يصعب تشققها و كسرها أثناء طرقها.

ومن بين المعادن المصنفة حسب ليونة متزايدة، الرصاص(Pb)، القصدير(Sn)، الزنك (Zn)، النحاس (Cu)، الحديد (Fe)، الألمنيوم (Al)، الفضة (Ag)، الذهب (Au). (J. Cessac, G. Tréherne, 1966, p. 14)

ت- **المرونة (Elasticité):**

تتمثل هذه الخاصية في قدرة المعدن على استرجاع حالته وشكله الأصلي، بعد تعرضه إلى التشوه كعملية التمدد. تكون مرونة معظم المعادن، قابلة للتشويه

إلى حد ما، وإذا ما جاوزنا هذا الحد، يبقى المعدن في حالة تشوه دائم، و يصبح غير قابل للانعكاس، و إذا طبقت عليه قوة أكبر ينقطع أو ينكسر.

ث- **التماسك (Ténacité) :**

تتمثل في قدرة المادة على مقاومة الصدمات، دون أن تتشقق أو تتكسر.

ج- **الصلابة (Dureté):**

هي قدرة الجسم على مقاومة اختراق جسم آخر أكثر صلابة (قساوة) منه، كما انه يتميز بقدرته على مقاومة الحزوز أو الصدمات.

في سنة 1812 اقترح الباحث موس (Mohs F.) سلم نسبي للصلابة، و إلى جانب هذا السلم يمكن ذكر طرق أخرى مطلقة لقياس الصلابة من بينها، مقياس برينال(la dureté à la bille de Brinell)، الذي يستعين بكرية من الفولاذ قطرها لا يتعدى 10 ملم، و صلابة فيكرس (Dureté Vickers)، الذي يتمثل في تطبيق قوة باستعمال هرم رباعي الزوايا من الألماس، و هي التقنية، التي قمنا باستعمالها لقياس الصلابة المجهرية لعينات متحف الباردو و سيرتا.

ح- **الهشاشة (Fragilité):**

تتمثل هذه الخاصية في سهولة كسر المعدن تحت تأثير صدمة، عندما يكون قليل الليونة، و لا يتشوه بسهولة.

خ- **مقاومة التآكل (Résistance à la corrosion):**

تتمثل في قدرة المادة على مقاومة التلف الكيميائي الذي يسببه الأكسيجين، علما أن الأدوات التي تتكون من السبائك النحاسية تتعرض للتآكل أكثر من الأدوات المشكلة من النحاس الخام.

د- **تمدد و التقلص(Dilatation et retrait) :**

عندما يتعرض المعدن للحرارة فإن حجمه يتمدد قليلا، و هو ما يعرف بالتمدد، و يتقلص تحت تأثير البرودة، كلما تمدد المعدن أو تقلص، كلما تعرض أكثر للتشققات والانكسار.

ذ- **نقطة الانصهار(Point de fusion)**:

تتمثل في وصول الفرن لدرجة الحرارة اللازمة، التي تسمح بتحويل معدن ما من حالة صلبة إلى مادة سائلة (M. Collombié et Coll, 2012, p. 652) .

ر- **قابلية القولبة:**

يتم قولبة الجسم حينما يسكب في حالته السائلة، داخل قالب من الحجر أو من الخزف، ثم يبرد فيه تدريجيا و يتصلب ليتخذ شكل القالب، وتكون الأداة في هذه الحالة إما كاملة (نهائية) أو نصف كاملة (M. Collombié et Coll, 2012, p. 646)

خلاصة:

نلخص في الجدول الآتي خصائص بعض المعادن المعروفة في عصري النحاس و البرونز و هي كالتالي:

المعدن	لونه	نقطة الانصهار	أهم خصائصه
النحاس Cu	أحمر	**1085°م**	قابل للتشكيل، لين، يشكل طبقة مزنجرة لما يتعرض للرطوبة تعرف ب أخضر مسمر.
القصدير Sn	أبيض مصمر	**232°م**	قابل للتشكيل، لين، كثير الرخاوة، مقاومة ميكانيكية ضعيفة، لا يتأثر بالماء أو الهواء.
التوتياء Zn	أبيض مزرق	**420°م**	قابل للتشكيل في درجة حرارة 200°، مقاوم للتآكل.
الرصاص Pb	رمادي رصاصي	**327°م**	قابل للتشكيل، لين، رخو، مقاوم للتآكل
الزرنيخ As	أبيض قصديري (كسر حديث)	**360°م تقريبا**	هش، سريع التبخر، تنبعث منه رائحة شبيهة للتوم و هذا ما يميزه، زنجرته رمادية إلى سوداء.

جدول.18- خصائص بعض المعادن المعروفة في عصري النحاس و البرونز.

(A. Betekhtine 1968)، (H. Meyer-Roudet, 1999, p. 32)

2 - أكسدة المعادن:

إن المشاكل التي تواجه الباحثين في ميدان التعدين القديم، تختلف عن تلك المتعلقة بالمواد الأخرى كالفخار، و الزجاج، و غيرها التي يمكن دراستها رغم تلفها، و تكمن هذه الصعوبة في أن المعادن، تكون في صورة جد مشوهة عند استخراجها من مكان دفنها، بسبب التفاعلات التي تحدث بين المعدن و محيطه، و من ثمة تبقى المعلومات التي يحملها غير واضحة تصعب قراءتها.

فالمعادن مهما اختلفت خواصها الفيزيائية و الميكانيكية، فإنها تجتمع في خاصية واحدة و هي تلفها السريع، ما عدا الذهب الذي لا يتأكسد، لذا فهو يصنف ضمن المعادن النبيلة.

تزداد قابلية المعادن للتآكل في حالة السبائك، وهي تتوافق بشكل كبير مع الأكسجين الذي يتسبب في أكسدتها، وبالتالي يتعرض المعدن إلى تحولات، سواء مورفولوجية، أو كيميائية، أو فيزيائية. و تتآكل المعادن المدفونة في التربة أيضا، بسبب درجة حموضة أو قاعدية التربة، و درجة مساميتها، و درجة تشبعها بالرطوبة و الأملاح الذائبة في مياهها(عبد المعز شاهين، 1993، ص.145)، كما أن وجودها في المتاحف لا يجنبها التدهور، لأن الهواء يعرض الأدوات المعدنية إلى تآكل كبير، خاصة تحت تأثير الرطوبة، و الأكسيجين أو غيره من الملوثات، مثل غاز ثاني أكسيد الكبريت و الكلورور، التي تصنف ضمن أكثر الغازات المضرة إلى درجة إتلاف المعدن. (J. Philibert et All., 2002. P. 1039)

و تنتشر الأكسدة في الأدوات المعدنية على شكلين: إما متجانسة على طول الأداة، مشكلة بذلك طبقة رقيقه واقية، أو متمركزة على شكل نقاط مشكلة تقب، أو على شكل شقوق تتوغل تدريجيا داخل المادة النقية، أو تكون الأكسدة متمركزة في وصل الحبيبات مما يتسبب في انفصال تدريجي لهذه الأخيرة إلى غاية القضاء على الأداة (أنظر الصورة 4، ص. 22). (J. Philipert et all., 2002, p. 956)

أ- أكسدة الأدوات النحاسية وسبائكها:

تتميز الأدوات النحاسية و سبائكها بقابلية ضئيلة للتآكل، في حضور الأكسيجين و في أجواء خالية من الملوثات، حيت تتكون بشكل بطيء، طبقة رقيقة من أكسيد النحاس الأحمر (الكوبريت Cuprite)، بصفة منتظمة و متماسكة، مغطية تماما السطح الخارجي للقطعة، دون إخفاء التفاصيل الدقيقة و الأصلية لهذا السطح، و هي تلعب في غالب الأحيان دور الحماية، حيث تعرف هذه الطبقة بالزنجرة النبيلة (vert de gris) على عكس الزنجرة المريضة (الدكتور ابراهيم محمد عبد الله، 2012، ص.38)

و بمرور الوقت، و بوجود الأكسيجين، تزداد طبقة التآكل صلابة و سمكا، بسبب تأثرها الدائم، و بالتالي تتخلل هذه الطبقة المؤكسدة أي الكوبريت (ذات اللون الأحمر البني)، بقعا كاربوناتية ذات لون أخضر تعرف بالمالاكيت (la Malachite)، أو ذات لون أزرق تعرف بالآزوريت (Azurite).

لكن عندما تكون التربة أو الجو غني بالأملاح، فإنه يتكون إلى جانب المركبات السابقة، كلوريد النحاس (Nantokite)، بلون أخضر قاتم و باهت، و قد يتأثر أكثر بوجود الأكسيجين ليتحول إلى أكسيكلورور النحاس (Atacamite)، هو الآخر ذو لون أخضر باهت لكن عند لمسه يكون على شكل غبرة خضراء، و هما مركبان خطيران على القطع النحاسية و سبائكها بما أنهما مادة غير ثابتة و غير متجانسة، تحدث ثقوب و شقوق على سطح القطعة و تتوغل نحو الداخل لتقضي تماما على المعدن الحقيقي، لذلك يطلق عليها إسم الزنجرة المريضة أو مرض البرونز. (J. Briard, 1965, p. 27)

إن دراسة أكسدة المعادن و كيفية معالجتها من اختصاص باحثين في الكيمياء و المعادن، لكن هذا لا ينفي أن يكون للأثري معرفة كبيرة بهذه المادة، و ما يمكن أن يؤثر عليها، خاصة و أن الأدوات المعدنية تتأثر مباشرة عند استخراجها من المستوى الذي كانت على توازن معه، كما أنه من الممكن أن تكون الأدوات المحفوظة في المتحف في البداية سليمة، ثم تكتسب فجأة نقاط من الأكسدة النشيطة، لذا فعلى الأثري أن يكون واعيا، و على دراية بالمشاكل التي يمكن أن تلحق بالمعادن، حتى يتمكن من الكشف عن الأدوات التي تستلزم المعالجة.

II- أهم معادن عصري النحاس و البرونز

من بين أهم المعادن التي صنعها الانسان نذكر:

1 – النحاس(Le Cuivre) (Cu) :

أشتقت كلمة النحاس من اسم جزيرة "قبرص" Cyprus التي اشتهرت بمناجم النحاس منذ العصور القديمة، كما أطلق الرومان على النحاس اسم Cyprium-aes، التي اشتقت منها بعد ذلك كلمة Cuprum، و التي تعني النحاس باللغة اللاتينية. لونه أحمر، و هو يحتفظ بلونه و بريقه عندما يتعرض لهواء جاف، و عند تسخينه، تغطى القطعة بطبقة رقيقة سوداء، يتخللها لون أحمر راجع لوجود نوعين من الأكاسيد: CuO ذوا اللون الأسود، و Cu_2O ذوا اللون الأحمر. (J. Cessac, G. Tréherne, 1966, p. 61) ، و لقد استغل إنسان ما قبل التاريخ هذا المعدن في أشكال مختلفة و هي:

أ- النحاس الخام:

من المرجح ان يكون أولى المعادن التي استغلها الإنسان، بالرغم من ندرته. يوجد في الطبيعة بأحجام مختلفة، من الذرة المجهرية إلى الكتل الكبيرة، التي قد يصل وزنها عدة أطنان(D. Grébénart, 1988, p. 15) . يتميز بمرونته و قابليته الكبيرة للتشكيل على البارد (R.F. Tylecote, 1991, p. 231)، و بصهره نتحصل على معدن نقي (C. Chaussin, G. Hilly, 1974 a, p. 194).

ب- الأكاسيد النحاسية:

تتمثل في الكوبريت (Cuprite Cu_2O) ذو لون أحمر، إلى أسمر رصاصي، و هو من أحسن المعادن النحاسية، و أكثرها استعمالا مع النحاس الخام في فترة ما قبل التاريخ. (A. Betekhtine 1968, p. 199)

ت- الكربونات:

من أهم كربونات النحاس التي استغلها الإنسان القديم:

- **المالاكيت**(La malachite)، هي كلمة من أصل يوناني ملاش (Malache)، تأتي تركيبتها الكيميائية على هذا النحو: $Cu_2[Co_3][OH]_2$. و تعتبر من بين خامات النحاس الواسعة الانتشار، و أقدمها استغلالا مع الكوبريت، إذ يظهر على سطح معظم الرواسب النحاسية بلون أخضر داكن، و هو يحتوي على نسبة 57.3 % من النحاس (أنظر اللوحة 4، الصورة.28، ص. 127).
- **الأزوريت(L'azurite)**، هي كلمة يونانية الأصل، مشتقة من أزور (Azure) أي أزرق سماوي (أنظر اللوحة 4، الصورة.29، ص. 127)، تأتي تركيبته على النحو التالي ($Cu_3[Co_3]_2[OH]_2$)، وهو يشبه المالاكيت وعادة ما يكون قريب منه (أنظر اللوحة 4، الصورة.30، ص. 127)، عندما يكون لونه أزرق قاتم، يحتوي على نسبة 55.1 % من النحاس، متوفر وسهل الاستغلال (إبراهيم محمد عبد الله، 2012، ص.15)

ث- سلفورات النحاس:

أهم الفلزات النحاسية السلفورية التي استغلها إنسان ما قبل التاريخ نذكر:

- **كالكوبيريت**(La chalcopyrite): كلمة يونانية من كالكو (Chalco) و هو النحاس، أما بيروس (Pyros) فتعني النار، تتشكل من($CuFeS_2$) ، و هو سلفور مزدوج من النحاس و الحديد، و يعرف كذلك بـ "بيريت النحاسي"، يكون دائما مصحوب بالبيريت (FeS_2)، ذو اللون الأصفر الذهبي، فالكالكوبيريت هو السلفور الأكثر انتشارا في الطبيعة و الأكثر استعمالا. (E. Burger, 2008, P. 20)
- **كالكوزين**(Chalcosine): ذو تركيبة (Cu_2S)، لونه أسمر رصاصي، و هو الآخر يعتبر من أغنى الفلزات السلفورية بالنحاس.

- **النحاس الرمادي** (les cuivres gris): هو كثير الاستعمال من طرف إنسان ما قبل التاريخ، عبارة عن سورفورات مركبة تحتوي على عناصر مختلفة أهمها الزرنيخ و الأثمد، كما نجد الحديد، الزنك، و الفضة، و عناصر أخرى(أنظر اللوحة 4، الصورة.31). و من بين الفلزات الرمادية المعروفة نجد التترايدريت (Tétraédrite)، و هو الآخر كثير الانتشار، و كذا التينونتيت (Ténantite). (C. Chaussin, G. Hilly, 1974 a, p. 194)

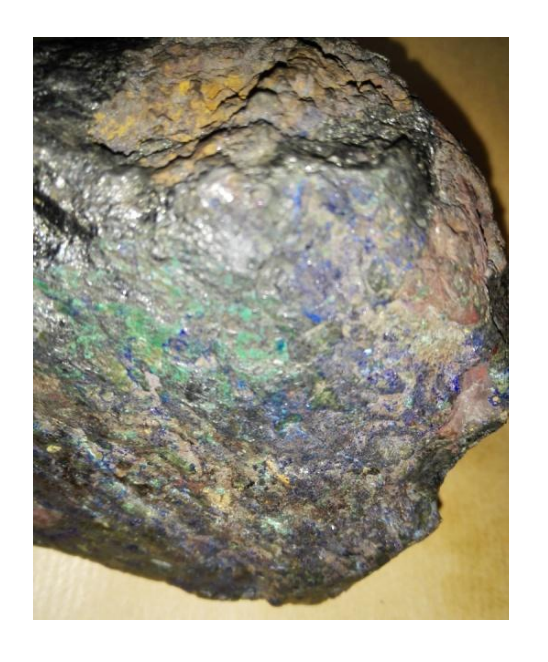
2- القصدير (L'étain) **(Sn)** :

يدخل القصدير في تركيبة أكثر من خمسين معدن في الطبيعة، لكن معظمها ضئيلة الوجود. من بين الفلزات الأكثر وجودا و استعمالا، نذكر الكاسيتيريت (La Cassitérite) (SnO_2)، الذي يعتبر الفلز الرئيسي للقصدير، و هو يعرف كذلك بحجر القصدير، حيث تصل نسبة هذا الأخير إلى 78,8%، كما أنه يحتوي في تركيبته على الحديد (Fe)، و معادن أخرى، مما يؤثر على لونه من الأحمر، أو الأسمر إلى الأسود، و هذا حسب نسبة الحديد الذي يدخل في تركيبته، و هناك فلزات أخرى استعملها الانسان من بينها فلز الستانين أو الستانيت (Stanite ou stanine).

فالقصدير فلز هش (A.Betekhtine, 1968, p. 329)، يتم استخراجه إما من المنجم، أو من المجاري النهرية القصديرية، على شكل ذرات، أو حصى سمراء أو سوداء اللون. كما أن القصدير يذوب في درجة حرارية منخفضة لا تفوق 232°م، أما عندما يكون في شكله المؤكسد كالكاسيتيريت، ترتفع درجة إنصهاره.



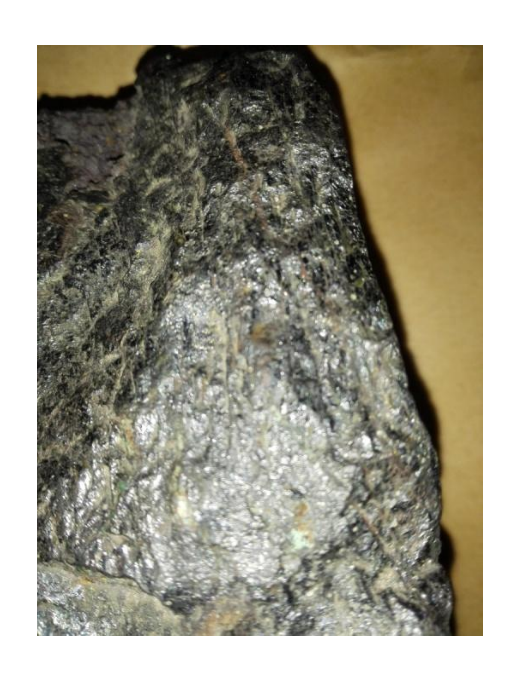
صورة. 28- مالاكيت (Malachite)



صورة. 29- أزوريت (Azurite)



صورة. 30- مالاكيت بالأخضر و الأزوريت بالأزرق



صورة. 31- النحاس الرمادي (Cuivre Gris)

لوحة 4: نماذج لبعض الفلزات

فالقصدير لين على البارد، يصدر صدى عند طرقه يسمى بـ "صرخة القصدير"، و هو ما يؤكد للمختصين مدى نقاوته (أنظر اللوحة5، الصورة.32، ص. 130).

عرف القصدير منذ فترة فجر التاريخ، بمزجه مع النحاس لتشكيل البرونز، و لقد اكتشف الإنسان إيجابيات هذا المزيج، و هو ما ميز فترة كبيرة معروفة بعصر البرونز.

أما الأدوات التي صنعت خصيصا من معدن القصدير فهي قليلة جدا، نذكر منها سوار من القصدير النقي، الذي عثر عليه في تيرمي (Thermi) بجزيرة لسبوس (île Lesbos) ببلاد اليونان، المؤرخ بـ 3000 سنة قبل الميلاد. (J. P. Mohen, 1990, p. 103)

3- التوتياء (Le Zinc) (Zn):

يكون لون التوتياء عند صقله رمادي لؤلؤي (gris perle)، لكنه سرعان ما يصبح باهتا عند تأثره بهواء غني بالرطوبة. و في حالة الهواء الجاف، يحتفظ التوتياء ببريقه، لكن حينما يتعرض إلى عمليات التسخين، يتأكسد بسرعة كبيرة، ليشكل غاز أبيض و هو أكسيد التوتياء ZnO (J. Cessac, G. Tréherne, 1966, p. 31) .

استعمل الإنسان التوتياء كسبيكة مع المعدن الرئيسي النحاس، ليشكل سبيكة الليطون، في فترات متأخرة تعود إلى الألفية الاخيرة ق. م، حيث تم مزج فلز النحاس مع فلز التوتياء الذي يعرف بالسفاليريت (la Sphalérite ZnS) ، و هو الخام الرئيسي للتوتياء(أنظر اللوحة5، الصورة.33، ص. 130).

تمكن الإنسان من الحصول على مزيج متجانس شبيه بالبرونز، أكثر تماسكا و صلابة، و أكثر سهولة في التشكيل و يناسب القولبة لسهولة سيلانه، بالإضافة إلى مقاومته الشديدة مقارنة بالنحاس الخام (G. Grébénart, 1988, p. 20) .

4- الرصاص (Le Plomb) (Pb) :

يعد فلز القالينا (La Galène : PbS) (الفلز الرئيسي للرصاص) من بين أهم و أقدم الفلزات التي استعملها انسان ما قبل التاريخ (أنظر اللوحة 5، الصورة.34، ص. 130)، حيث وجدت أقدم الأدوات المصنوعة من عنصر الرصاص، في منطقة شاتال حويوك (Çatal Hüyük) بتركيا، و قد كانت مختلطة مع الأدوات النحاسية، و تعود إلى الألفية السابعة، (J. P. Mohen, 1990, p. 64)، وانتشرت مع نهاية الألفية الرابعة، بالشرق الأدنى و الشرق الأوسط.

نشير إلى أن هذه المادة دخلت في تركيبة السبائك النحاسية، لتصبح سبائك ثلاثية مثل البرونز بالرصاص (نحاس–قصدير–رصاص)، أو الليطون بالرصاص (نحاس–توتياء–رصاص)، و كان ذلك منذ نهاية الألفية الثالثة و بداية الألفية الثانية، و تعممت مع نهاية الألفية الثانية(C. Volfovsky, 2001, p. 16)، كما نجدها في الجزائر (حسب عينات متحفي الباردو و سيرتا). فالدراسة الميتالوغرافية لهذه السبائك الثلاثية، كشفت عن وجود الرصاص كعنصر دخيل، لعدم توافق هذا العنصر مع النحاس و لا مع القصدير، و تنتشر هذه العناصر الدخيلة داخل وصل الحبيبات، يحيط بها في معظم الأحيان فقاعات غازية نتيجة التصلب التدريجي للمعدن.

5 – الزرنيخ (L'Arsenic) (As) :

نجد عامة الفلزات الزرنيخية ذات تركيبة بسيطة على شكل نوعين من الكبريتات، الأولى تعرف بالريالقار (Réalgar As S) و التي تسمى كذلك برهج الغار، و الثانية هي الأوربيمون ($Orpiment\ As_2\ S_3$)، و قد يختلط مع معادن أخرى كالنحاس أو الحديد (أنظر اللوحة 5، الصورة.35، ص. 130).



صورة. **32**- كاسيتيريت (Cassitérite)





صورة. **33**- سفاليريت (Sphalérite)



صورة. **34**- القالينا (La Galène)



صورة. **35**- الريالقار بالأصفر (Réalgar)
و الأربيمون بالأحمر (L'Orpiment)

لوحة 5: نماذج من فلزات

وحسب الدراسات، فمن الصعب تعدين الزرنيخ خاصة في حالة وجود مستوى مؤكسد نظرا لتبخره السريع. إلا أن الإنسان استعمله كسبيكة مع النحاس منذ فترة ما قبل التاريخ، و هو دليل على مدى تحكم الإنسان في عمليات التعدين خاصة في تشكيل هذا المزيج، و لقد عثر على عدد كبير من الأدوات المعدنية التي تتكون من مزيج من النحاس و الزرنيخ في مواقع أثرية عديدة سواء في الشرق الاوسط، و في مصر، و في أوروبا (I.R. Selimkhanov, J.R. Marechal, 1966, p. 441) ، لكنها توفرت أكثر في أوروبا الشرقية، حيث عثر على العديد من الأدوات التي تميزت بتقنية رفيعة، مما دفع ببعض الباحثين أمثال (E. Tchernykh, 1998) إلى تمييز مرحلة كاملة لهذا المزيج، تعرف بالمرحلة الثانية، محصورة بين المرحلة الأولى أي عصر النحاس و المرحلة الثالثة و هو عصر البرونز(J. P. Mohen, 1990, p. 99) .

III- أنواع السبائك النحاسية:

تحتوي معظم المعادن الخامة التي نجدها في الطبيعة، على عدة نقائص عند تشكيلها، بسبب خصائصها الفيزيائية و الميكانيكية و الكيميائية، و إذا أضيف لها عن قصد أو عن غير قصد، عنصرا آخر أو عدة عناصر (معدن أو غيره) فقد يغير جذريا من خصائصها و يحسنها، و يعرف المزيج المتحصل عليه بالسبيكة المعدنية (C. Chaussin, G. Hilly, 1976 a, p.1) .

هذه السبيكة عبارة عن مركبات معدنية تنتج عن تصلب خليط من معدنين أو أكثر، نذكر على سبيل المثال: البرونز الذي يتكون أساسا من عنصر النحاس يضاف إليه نسبة من القصدير (Cu + Sn)، أو الليطون، الذي يختلف عن البرونز بوجود نسبة من التوتياء (Cu + Zn) بدلا من القصدير.

و قد يضاف إلى المعدن الرئيسي، كالنحاس، أو الحديد، أو الرصاص مثلا، نسبة قليلة من عناصر أخرى شبه معدنية، مثل (كربون، سلسيوم، الزرنيخ...إلخ)، للحصول على خليط أكثر جودة من المعدن النقي، و ذلك بتنويع خصائصه الفيزيائية و الميكانيكية و الكيميائية و تحسينها (أكثر صلابة، و تمدد، و مقاومة للتآكل) (H. Guerin, 1969, p. 153).

و حتى نعتبر الخليط غير طبيعي، و الذي تحصل عليه الانسان عن قصد، يجب أن تتراوح نسبة العنصر المضاف بين 2 و 3%، حتى يصنف كسبيكة و ليس كشوائب (H. Meyer-Roudet 1999, p. 32).

عرف الإنسان سبائك مزدوجة (Alliage binaire) كالبرونز، أو الليطون مثلا، و سبائك ثلاثية (Alliage ternaire)، إذا أضيف عن قصد عنصر ثالث كالرصاص للبرونز مثلا، و أخرى رباعية (Alliage quaternaire) بوجود نسبة معتبرة من أربعة عناصر معدنية في القطعة (C. Chaussin, G. Hilly, 1976 a, p. 1).

1- سبيكة البرونز(Le Bronze Cu Sn):

يعتبر البرونز من بين أولى السبائك التي شكلها الإنسان، و أكثرها انتشارا، حيث تعود أولى الأدوات البرونزية إلى الألفية الخامسة، اكتشفت في بلغاريا أين عثر على مخارز من النحاس تحتوي من 6 إلى 10% من القصدير. (J. P. Mohen, 1990, p. 103) يحمل هذا المزيج عدة ميزات جعلته أفضل من النحاس في الاستعمال، و تكمن أهمية خلط هذين المعدنين (النحاس و القصدير)، في توافقهما و تجانسهما الكبيرين (H. Meyer-Roudet 1999, p. 28) .

و من بين الفلزات النحاسية الكثيرة و المتنوعة الموجودة في الطبيعة، نجد تلك التي تحتوي على القصدير طبيعيا، و التي تعرف بـ ستانيت (stannite)، غير أنها نادرة في الطبيعة، و حتى إذا ما تم استخدامها من طرف الإنسان آنذاك، فالنتيجة تكون بوجود نسبة عالية من القصدير في الخليط، التي قد تصل إلى 40%، و ذلك استنادا إلى التحاليل التي أقيمت لفلز الستانيت المنتشر في إحدى مناطق الصين، أين عثر على نسبة 42,57% من القصدير مقابل 49,7% من النحاس، بالإضافة إلى الشوائب الأخرى، و هو ما لا يتماشى مع التحاليل التي أقيمت للبرونز القديم المركب بنسبة عالية من النحاس، بالمقارنة مع نسبة القصدير. (ابراهيم محمد عبد الله، 2012، ص.34).

فما سر اختيار الإنسان لهذه المادة، و التخلي عن تعدين النحاس الذي لا يتطلب جهدا كبيرا؟

أ- إن إضافة نسبة القصدير إلى النحاس خاصة في حالة وجوده بنسبة قليلة، تجعل المزيج سائلا جدا في حالته الساخنة وتكسبه صلابة و متانة أكبر عند برودته (H. Meyer-Roudet 1999, p. 28) ، خاصة إذا طبقت عليه تقنية الطرق لأن هذه الأخيرة تزيد المعدن صلابة، و بذلك فإن البرونز أحسن

من النحاس، في صنع الأدوات القاطعة كالأزاميل، و الفؤوس، و السكاكين و غيرها من الأدوات القتالية أو الأسلحة.

ب- انخفاض درجة انصهار النحاس التي تقدر بـ 1084°م، خاصة بوجود 10% من القصدير، و بالتالي صهر البرونز يكون أسهل عن النحاس، كما أضيف الرصاص أحيانا لهذا الغرض و لأغراض أخرى.

ت- البرونز المنصهر أكثر سيولة من النحاس المنصهر، و بذلك يكون البرونز أسهل في عمليات الصب، فإذا ما قمنا بصب النحاس المنصهر داخل القالب، فان حجمه يتقلص عندما يبرد، و بذلك لا يأخذ كل التفاصيل التي توجد في القالب، عكس البرونز الذي يتميز بخاصية التمدد عندما يبرد، و من ثمة يتطابق مع كل التفاصيل التي يحملها القالب (D. Grébénart, 1988, p. 19).

ث- حينما يبدأ النحاس المنصهر في التجمد، يتأكسد مع وجود الأكسيجين و الغازات الأخرى، التي تتسبب في وجود فقاعات هوائية تزيد من هشاشة القطعة، لكن حينما يخلتط مع القصدير، يحد من تشكيل هذه الفقاعات (إبراهيم محمد عبد الله، 2012،ص.32). إلاّ انه عندما تكون نسبة القصدير في السبيكة أكثر من 13%، يصعب طرقها و يتشقق المعدن بسهولة، وتنحصر استعمالاته في قولبة الأدوات الصغيرة كالحلي.

عرفت أوروبا بصفة عامة، و دول البحر المتوسط بصفة خاصة تأخرا في تعدين البرونز، لأن الإنسان آنذاك عرف تطور سبيكة أخرى، تتكون من النحاس و االزرنيخ (نحاس مزرنخ Cuivre Arsenié) (I. R. Selimkhanov, J-R. Marechal, 1966, p. 435)، فحسب بعض الباحثين فقد عرف هذا خليط منذ بداية استعمال الإنسان للنحاس الخام (I.R. Selimkhanov, J.R. Marechal, 1966,

(p. 441 ، و عند البعض الآخر منذ الجزء الثاني من عصر النحاس، و نجده أكثر انتشارا مع بداية عصر البرونز(H. Meyer-Roudet 1999, p. 28) .

بالنسبة للجزائر، وجد الباحث راسال (M. Rassel) سنة 1959، قطعة وحيدة في حالة جيدة من الحفظ، مصنوعة من هذا المزيج (Cu As)، و هو عبارة عن خنجر ذو لسين، يحتوي على 1% من الزرنيخ أعتبر كمزيج طبيعي، و يؤكد الباحثان كامبس و جييو (P. R.Giot) أنها أقدم أداة وجدت في شمال إفريقيا (G. Camps, P. R. Giot, 1960, p. 269)

2- سبيكة الليطون (Le Laiton Cu Zn):

تتميز سبيكة الليطون بنفس خصائص البرونز و نفس محاسنه، لكن تعدينها أصعب من تعدين البرونز، إذ يستوجب درجة حرارة عالية تصل إلى 1300°م لعزل التوتياء عن فلزه الرئيسي و هو السفاليريت، و قد تعرف الإنسان على السبيكة قبل أن يتعرف على عنصر التوتياء في حد ذاته، حيث استعمل الليطون منذ الألفية الأولى قبل الميلاد، وتعرف على التوتياء في فترات أحدث تعود إلى القرن السادس عشر. (D. Grébénart, 1988, p. 20)

أدى اكتشاف الإنسان للسبائك، إلى تعرفه على ألوان مختلفة و متنوعة، كما سبق و أن اشرنا، ان لون كل المعادن أبيض باستثناء النحاس الأحمر اللون و الذهب الأصفر، لكن بتشكيل السبائك، تنوعت منتجاته و أخذت ألوان مختلفة، فعلى سبيل المثال البرونز، الذي يحتوي على نسبة 5% من القصدير، يكون لون السبيكة وردي محمر، و بوجود 10% تقريبا من القصدير تتحول السبيكة إلى لون وردي ذهبي، و بوجود 15% يصبح لونه ذهبي، و حينما تفوق هذه النسبة، يميل لونه تدريجيا إلى الأبيض، حتى يصبح المزيج، بوجود نسبة 30 إلى 40% من القصدير أبيض اللون، إلى حد خلطه مع الفضة (Meyer-Roudet H. 1999, p. 33).

و من ثمة تأثر حرفي المعادن بالتغيرات الفجائية في لون، و درجة حرارة الصهر، و التمدد، و التماسك، و الصلابة، التي كان بإمكانهم الحصول عليها بإضافة و لو كمية قليلة جدا من معدن آخر إلى معدن النحاس، و بعد محاولات عديدة تمكن الإنسان اكتساب خبرة، و التعرف على النسب المناسبة ليتحصل على قطع برونزية أكثر فعالية، و هذا ما ميز هذه المرحلة التي سميت بعصر البرونز.

على عكس المعادن الخامة، فإن ليونة و قابلية تشكيل السبائك تنقص، فالنحاس الحر سهل الطرق و هو بارد، بينما يستوجب تسخينه عند إضافة القصدير أو التوتياء لتحسين ليونته، ليصبح في هذه الحالة أكثر صلابة و تماسكا.

IV- مكان اقتناء المادة الأولية:

إن الدراسات حول أصل الفلزات، التي استعملت في تصنيع الأدوات المعدنية قليلة جدا و محدودة، تكاد تنعدم فيها التفاصيل اللازمة. و بالرغم من وجود بعض المحاولات من طرف باحثين أوروبيين قاموا بتجارب و تحاليل كيميائية كثيرة، سواء على الأدوات الأثرية، أو الخبث، أو بقايا تعدين، أو على الفلزات الموجودة في المناجم، إلا أن هذا الميدان يبقى صعب جدا. كما أن دراسة نسب الشوائب الدقيقة جدا، قد تساعدنا في التعرف على طبيعة الفلز الذي أستعمل لتشكيل الأداة، و ربما المكان الأصلي الذي أستخرج منه الفلز. (Selimkhanov I.R., Marechal J.R., 1966, p. 434)

تساعدنا هذه الدراسة، في إثبات صحة أو عدم صحة بعض النظريات، التي تعممت و أصبحت بمثابة حقائق، خاصة تلك التي يدعيها بعض الباحثين عن المصدر الأوروبي للأدوات المعدنية التي عثر عليها في مواقع بالحزائر، و في كل مواقع شمال إفريقيا، و كذا عدم معرفة السكان المحليين لتقنيات التعدين خاصة منها النحاس و البرونز. (Souville G., 1986 b, p. 97)

1- مصدر النحاس:

رغم ندرة النحاس في شكله الخام، إلا أن استعماله تأكد منذ نهاية العصر الحجري الحديث، ذلك لسهولة طرقه و إرجاعه، فضلا عن المعادن النحاسية الكاربوناتية، و لقد عثر على أدوات كثيرة في أنحاء مختلفة من العالم مصنوعة من هذه المعادن، لكن الاستغلال المكثف للنحاس، كان على شكل سولفورات نحاسية، لكثرة انتشارها مقارنة مع الفلزات النحاسية الأخرى، و بإكتساب الإنسان خبرة كافية، سمحت له باستخراج النحاس من هذه المعادن المركبة رغم صعوبتها، و ذلك منذ بداية استعماله للنحاس. (P. Ambert, 1998, p. 3)

نلاحظ قلة الدراسات المتعلقة باستغلال المناجم في شمال إفريقيا بل تكاد تكون منعدمة بالنسبة لبعض المعادن، حيث انحصرت في إشارات قليلة و وجيزة خصت اكثر معدن النحاس.

ففي الجزائر أشارت الدراسات التي تعود للعهد الاستعماري(8 سبتمبر 1948)، إلى استغلال منتظم لمنجم وحيد للنحاس، الموجود بعين بابار في عنابة، لكن الوثائق لا تشير الى استغلال قديم. (G. Camps, 1961, p. 399)

نذكر كذلك الدراسات التي قام بها دالوني (Dalloni) في جنوب منطقة وهران و في الأطلس الصحراوي، التي تؤكد استغلال قديم للنحاس الخام (I.R. Selimkhanov, J.R. Marechal, 1966, p :442)، إضافة إلى مناجم أخرى مختلفة، منها مناجم علي باشا ببجاية، التي استخرج منها الإنسان الفلز النحاسي و قام بتعدينه في نفس المنطقة (A. Debruge, 1905, p :79)، و في خنشلة، و ضواحي شلف، أين تم العثور على معدن النحاس، مرفوق بفؤوس حجرية استعملت في استخراج الفلزات من المناجم (J. Jodin, 1966, p. 19)، إضافة إلى وجود فؤوس حجرية أخرى في مناطق مختلفة من الجزائر نذكر منها تلك التي عثر عليها في الجلفة، و في تنس، و بني مسوس (M. Letourneux, 1869, p. 430). كما يؤكد الباحث كامبس بوفرة مناجم النحاس في كل أنحاء المغرب، و إحتمال استغلالها من طرف الانسان منذ عصور ما قبل التاريخ و الفترات القديمة (G. Camps, 1992b, p. 527).

في حين يحظى المغرب الأقصى بانتشار مناجم كثيرة للنحاس استغلت قديما، منها المناجم السطحية لمنطقة جبيلات، و كذا في مناطق الشبه الأطلسية، التي تصنف ضمن "المناطق النحاسية ذات الجودة العالية " (B. Rosenberger, 1970, p. 102)، إذ عثر الباحث أنتوان في أسفل حفر منجمية بمنطقة قندافة، على مناقر

من الصخور البركانية، و مصابيح من الطين المشوي (مجموعة موجودة حاليا عند الباحث) (M. Antoine, 1952, p. 54).

2- مصدر القصدير:

فيما يخص تعدين سبيكة البرونز، فالإشكال الذي لا يزال قائما إلى حد الآن، يتعلق بمصدر القصدير، حيث استغل الإنسان فلزين رئيسيين لهذه المادة، يتمثل الأول في فلز الستانيت الذي يعتبر خليط طبيعي لمعدن القصدير و النحاس، و هو نادر جدا، لكن هذا لا ينفي استغلاله في بعض المناجم مثلا بألمانيا، أما الفلز الثاني، فهو الكاسيتريت الذي شاع استعماله، رغم ندرته هو الآخر. ففي أوروبا، أين حظي هذا الميدان باهتمام و دراسات حديثة، تم التعرف على استغلال الكاسيتيريت منذ عصر الكالكوليتي في كل من فرنسا، و ألمانيا، و انكلترا، و منطقة القوقاز، و سويسرا، وغيرها من المناطق الأوربية و الآسيوية (J. R. Marechal, 1985, p. 5).

تؤكد الدراسات التي قام بها الباحث برتود و زملائه سنة 1982 (Berthoud et All.) معتمدين على الصفائح الإبغرافية، و كتاب سترابون، على فرضية اقتناء القصدير في المناطق الشرقية من منجمين رئيسيين، يتواجد الأول في سهل زرفشان (Zeravshan) بأوزبكستان و الثاني في سهل سكار (Sakar) بأفغانستان، و تكمن أهمية هذين المنجمين، في وجود تركيز كبير لفلز الكاسيتيريت، و وجود آثار استعمالات قديمة تعود إلى أكثر من الألفية الثانية (J. P. Mohen, 1990, p. 104).

أما في شمال إفريقيا فان استغلال المناجم القصديرية في الفترات القديمة نادرة جدا، فالمنجم الوحيد الذي عرف استغلال القصدير يوجد في المغرب الأقصى (تم اكتشافه سنة 1638)، في السلسلة الجبلية لأولماس، أين تنتشر عدة مواقع لمناجم الكاسيتريت، من بينها موقع تارميلات (Tarmilète) فوق محطة أولماس، و كذا في

أعلى جبل الكاريت (El Karite)، التي تحمل آثار لاستغلال قديم، إضافة إلى موقع واد أفسايت (Oued Afessaït). و لقد ثبتت أقدمية استغلال هذه المناجم، من خلال العثور على مصباح من الطين المشوي يشبه المصابيح الرومانية، رغم أن المنطقة لم تعرف الإحتلال الروماني، كما عثر كذلك قرب منجم الكاريت، على قطع نقدية من الفضة مربعة الشكل ربما تعود الى الدولة الموحدية، مؤكدا بذلك أهمية استعمال هذا المعدن منذ القديم، (B. Rosenberger, 1970, p. 99) و الدراسات الحديثة قد تدلنا على استغلال أقدم لهذه المناجم.

بالنسبة للجزائر تم التعرف فقط على منجم فريد بمنطقة الهقار، و في غياب الدراسات يستحيل تحديد تاريخ أول استغلال له. كما تؤكد الأبحاث الحديثة في بعض مناطق أوروبا، أن تصنيع الانسان للأدوات البرونزية ليس له علاقة بوفرة و استغلال فلز القصدير في المنطقة (G. Camps, 1992b, p. 527)، لكن انعدام المناجم القصديرية في المنطقة جعلت الباحثين يقرون فكرة عدم تصنيع الحرفيين الأوائل للمعادن بالجزائر إلى غاية دخول الفنيقيين بسبب هذا النقص، و الذي تؤكده ندرة الأدوات و الأسلحة المعدنية.

V- تقنيات استغلال الانسان للفلزات النحاسية:

كان النحاس الحر أول المعادن النحاسية السهلة الارجاع التي استعملها الإنسان، مع الأكاسيد (الكوبريت) و الكاربونات (المالاكيت و الأزوريت)، إذ يمكن استخلاص المعدن النقي، بالقيام بخطوة واحدة و هي ارجاع الفلز في فرن لا يتطلب درجة حرارة عالية، إذ يكفي الوصول إلى 700°م ، و هذا من خلال التجربة التي قام بها الباحثين بود و رفقائه (P. Budd, et All.) سنة 1991. (M. Benoît, D. Bourgarit, 1998, p. 27)

1 – طرق تصنيع النحاس الحر و الأكاسيد النحاسية و الكاربوناتية:

تم التعرف على ثلاث تقنيات مختلفة، استعملها إنسان ما قبل التاريخ في البداية لتصنيع أدواته، و حسب بعض الباحثين فإنها كانت تطورية، في حين ينفي البعض الآخر تلك الصفة، و تأتي هذه التقنيات كما يلي:

أ– طرق المعدن على البارد: و هي أبسط تقنية يستعمل فيها الإنسان أداة تتمثل في المطرق الحجري لتشكيل أداته، و تقتصر هذه التقنية في تصنيع أدوات صغيرة الحجم فقط كاللآلئ، و المخارز، و الدبابيس و غيرها، و إذا ما حاولنا الحصول على أدوات أكبر، فقد تظهر شقوق على المعدن بسبب عملية الطرق المكثف، الذي يجعل سطح الأداة أكثر صلابة (H_V140).

ب– طرق المعدن على الساخن: إذا قمنا بتسخين المعدن إلى درجة حرارة تتراوح ما بين 200° و 300°، فإن صلابته تتقلص وتنتقل من H_V140 إلى H_V60 ، فيصبح المعدن أكثر مرونة، و سهل التشكيل عند طرقه. كما تسمح هذه التقنية بتنويع الأدوات، لأن عملية إعادة تسخين المعدن، تقضي على العيوب و التشققات و تعطيه مرونة مجددة.

ت– تصهير المعدن: تمكن الإنسان إثر تسخينه للمعدن من اكتشاف صهارة في قاع الفرن، و هو ما يعرف بالتعدين الإستخراجي، و استطاع بعد

عدة محاولات، تشكيل و تنويع أدواته، و ذلك بتصهير النحاس، على سبيل المثال بعد تمكنه من رفع درجة الحرارة إلى 1084° و قولبته. (J. P. Mohen, 1990, p. 49)

عرفت هاتين التقنيتين (الطرق على البارد، و الطرق على الساخن) بالعراق و تركيا فقط، منذ الألفية الثامنة و بداية الألفية السابعة، ثم انتشرت في كل من مصر و البلقان في الألفية الخامسة و الرابعة قبل الميلاد. (D. Grébénart, 1988, p. 15)

2 – كيفية استغلال الإنسان للفلزات النحاسية السورفورية:

ظن الباحثون في البداية، أن الإنسان في الفترات الأولى من عصر المعادن، قد استعمل فلزات نحاسية غير مركبة، و السهلة التعدين فقط (كالنحاس الحر، و الأكاسيد و الكاربوناتية)، أما السلفورات التي تتطلب تقنيات أكثر تعقيدا، تم التعرف عليها خلال عصر البرونز فقط، لكن الاكتشافات العديدة في أوروبا، و الشرقين الأوسط، و الأدنى، تؤكد على استعمال مبكر لهذه الفلزات السلفورية، مثل الكالكوبيريت و التترايدريت و هذا منذ بداية استعمال النحاس. (P. Ambert, 1998, p. 3)

تمكن إنسان ما قبل التاريخ من معالجة هذه المعادن المركبة كالفلزات النحاسية السولفورية، بفصل النحاس عن العناصر المعدنية الأخرى، التي يحتويها الفلز بنسب كبيرة، خاصة منه الحديد، حتى يتمكن من تصنيعه، الشيئ الذي يتطلب القيام بعدة خطوات.

و لقد تمكن الباحثون من خلال التجارب الكثيرة التي قاموا بها، من التعرف على هذه الخطوات و ذلك بالقيام بتحاليل كيميائية للبقايا المعدنية الأثرية، من الخبث الخام و القطرات النحاسية و غيرها، و محاولة تقليدها أي نسخها باستعمال

التجربة، أي أخذ نفس الفلزات التي استعملها الإنسان قديما، و بالإرجاع و التصهير، يتم الحصول على خبث و بقايا تعدين بنفس التركيبة الكيميائية التي وجدت على البقايا الأثرية، و هذا ما يوصلنا إلى الكشف عن السلسلة العملية التي قام بها الإنسان القديم، لتشكيل أدواته باستعمال هذه الفلزات.

و من أهم هذه التجارب، تلك التي قام بها الباحث أمبار P. Ambert. و هاب (J. Happ) سنه 1997 و غيرهما، و ذلك في كابريار بمنطقة -Languedoc Roussillon بجنوب فرنسا، أين تم العثور على نشاطات الإنسان في استخراج الفلزات و تعدينها، تعود الى حوالي الألفية الثالثة، و أهم الفلزات التي استغلها الإنسان في المنطقة، هو فلز التترايدريت الذي يعتبر من الفلزات النحاسية السولفورية المركبة (cuivre gris)، و تقترب النتائج التجريبية المحصل عليها من خبث المعدن و قطرات النحاس من النتائج التحليلية للأدوات التي تعود لفترات ما قبل التاريخ (Happ J., 1998, p. 17).

وعليه، تم استنتاج السلسلة العملية التجريبية الأكثر استعمالا في عصري النحاس و البرونز، للحصول على العنصر المعدني، و التي تتمثل في ثلاث خطوات أساسية و هي: الفرز و التركيز، التحميص، و التصهير الخبثي (أنظر الشكل 22، ص. 147).

أولا: الفرز و التركيز(Tri et Concentration): هي خطوة سابقة لكل معالجة حرارية، يتم فيها القيام بفرز بصري و ذلك بسحق الفلز، و تطهيره من الشوائب، و العناصر المعدنية الأخرى، التي تدخل في تركيبته، بهدف تركيز نسبة النحاس الموجودة فيه.

ثانيا: التحميص(Grillage): هو معالجة حرارية، يتم فيها التخلص من أكبر نسبة من عنصر الكبريت و الحديد، من خلال أكسدة انتقائية (oxydation sélective)، و تهدف إلى أكسدة الفلز السولفوري و هو في

حالة صلبة(E. Burger , 2008, p. 20)، يتم ذلك بتكتيل المسحوق على شكل كريات صغيرة بواسطة الطين حتى لا يتبعثر، ثم تعرض الكريات لعملية التحميص بوضعها فوق طبقة من فحم حطبي موجود داخل فرن مفتوح ذو تهوية طبيعية، ثم تغطى كذلك بالفحم و يترك حوالي 4 ساعات، و ينتج عن ذلك تبخر نسبة معتبرة من معدن الكبريت (تبخر نسبة 33% من النسبة الكاملة الموجودة في الفلز) على شكل SO_2 غازي (J. Happ, 1998, p : 20).

و نشير إلى أن الحديد له توافق أكبر للأكسجين من النحاس، اما الكبريت فله توافق أكبر مع النحاس من الحديد (C. Chaussin, G. Hilly, 1974b,p. 195) فينتج عنه انفصال الحديد عن النحاس و تشكيل أكاسيد (كالإماتيت Fe_2O_3، و المانيتيت Fe_3O_4) أو سولفاتات (و تأتي عامة بتركيبة $Fe_2(SO_4)_3.Fe_2(SO_4)_3$) هذا ما يتسبب في تبخر كذلك نسبة معينة أخرى من الكبريت(S)، و الزرنيخ(As)، و الإثمد(Sb)، و ينتج عن عملية التحميص خليط من سولفورات و/أو سولفاتات و/أو أكاسيد من النحاس/الحديد، ذات طبيعة و نسب خاضعة إلى النشاط الحراري thermodynamique و إلى مدة المعالجة (E.Burger, 2008, p. 20) .

فالفلز الذي يحتوي من 10 إلى 20% من النحاس قبل عملية التحميص يصل من 15 إلى 25% بعد التحميص، و كلما أعدنا هذه العملية كلما زاد تركيز النحاس في الفلز. (C. Chaussin, G. Hilly, 1974b,p. 195)

ثالثا: التصهير الخبثي (Fusion Scorifiante) تتمثل في فصل النحاس، و هو في حالة سائلة عن أكسيد الحديد (Benoît M., Bourgarit D., 1998, p. 28)، باستعمال درجة حرارة عالية تفوق 1100°م، و في هذه الحالة تذوب

المادة التي تعرضت مسبقا لعملية التحميص (C. Chaussin, G. Hilly, 1974b,p. 196).

و قد استعمل الباحث هاب (J. Happ) عند قيامه بالتجربة في منطقة كابريار، فرنا من النوع الذي عثر عليه في منطقة تيمنة بفلسطين و الذي يعود إلى عصر البرونز، و هي أفران تشكل فوق حفرة يبنى عليها جدار من الحجارة تغطى بالطين، و يطلى الكل بهذه الطينة حتى نؤمن أكبر نسبة من الطاقة، و نجنبها من الضياع، تهيء في قاعدته فتحة أنبوب النفخ، ثم يشحن هذا الفرن بالفحم الحطبي و الكتل المعدنية، التي تغطى هي الأخرى بطبقة من الفحم الحطبي، و بهذه الطريقة تصل درجة الحرارة في قلب هذا الفرن و تحت انبوب النفخ إلى 1200°م، أما أقصى درجة فتكون أمام أنبوب النفخ، تصل إلى 1350°م (P. Ambert, 1998, p. 02).

و ينتج عن هذا الانصهار الخبثي، الفصل الفيزيائي بين الأكاسيد المشكلة من جراء التحميص من السولفورات المتبقية، وهي عملية تتم في حالة سائلة طبقا لمبدأ الجاذبية، فأكاسيد الحديد لها نقطة انصهار عالية (الهيماتيت تصل إلى 1565°م و المانيتيت إلى 1597°م) و في هذه الحالة يجب إضافة مادة أخرى تلعب دور المذوب (fondant) و قد استعمل في غالب الأحيان الكوارتز (SiO_2) لأنه يسمح بسجن الأكاسيد الحديدية داخل طور سيليكاتي ذو نقطة انصهار منخفضة، تعرف بخبث المعدن ذات عناصر(Fe, Si, O)، أما سولفورات النحاس و الحديد المتبقية فهي تعرف بالمتّة (Matte) ذات عناصر (Cu, Fe, S).

فالنحاس المشكل أي المتّة، كونه أكثر كثافة ينفصل عن الخبث و يتجمع في قاع الخليط طبقا لمبدأ الجاذبية. (E. Burger , 2008, p. 22)، و من ثمة نتحصل على طبقتين مختلفتين، الطبقة العلوية تمثل الخبث المعدني، أما الطبقة السفلية التي تشكلت في الأول فهي تمثل المتّة ذات بريق معدني، تحمل معها أكبر نسبة من النحاس، و يجب ان تكون تلك الطبقة منفصلة تماما عن الخبث المعدني.

تعرف هذه العملية كذلك بالتصهير بالمتّة، و ينتج عنها ارتفاع نسبة النحاس في المتّة من 25 إلى 45% من النحاس (C. Chaussin, G. Hilly, 1974, p. 196) ، كما ينتج عن هذه العملية أكسدة جزء من النحاس الذي ينتقل إلى خبث المعدن، و هنا يمكن اختبار مدى نجاح عملية الإرجاع التي تكون مرتبط بتشكيل خبث معدني جيد، و هذا يعني وجود نسبة ضئيلة من النحاس في هذا الخبث، الذي يمكن استعادة نويات النحاس المحبوسة فيه بسحقها و غربلتها.

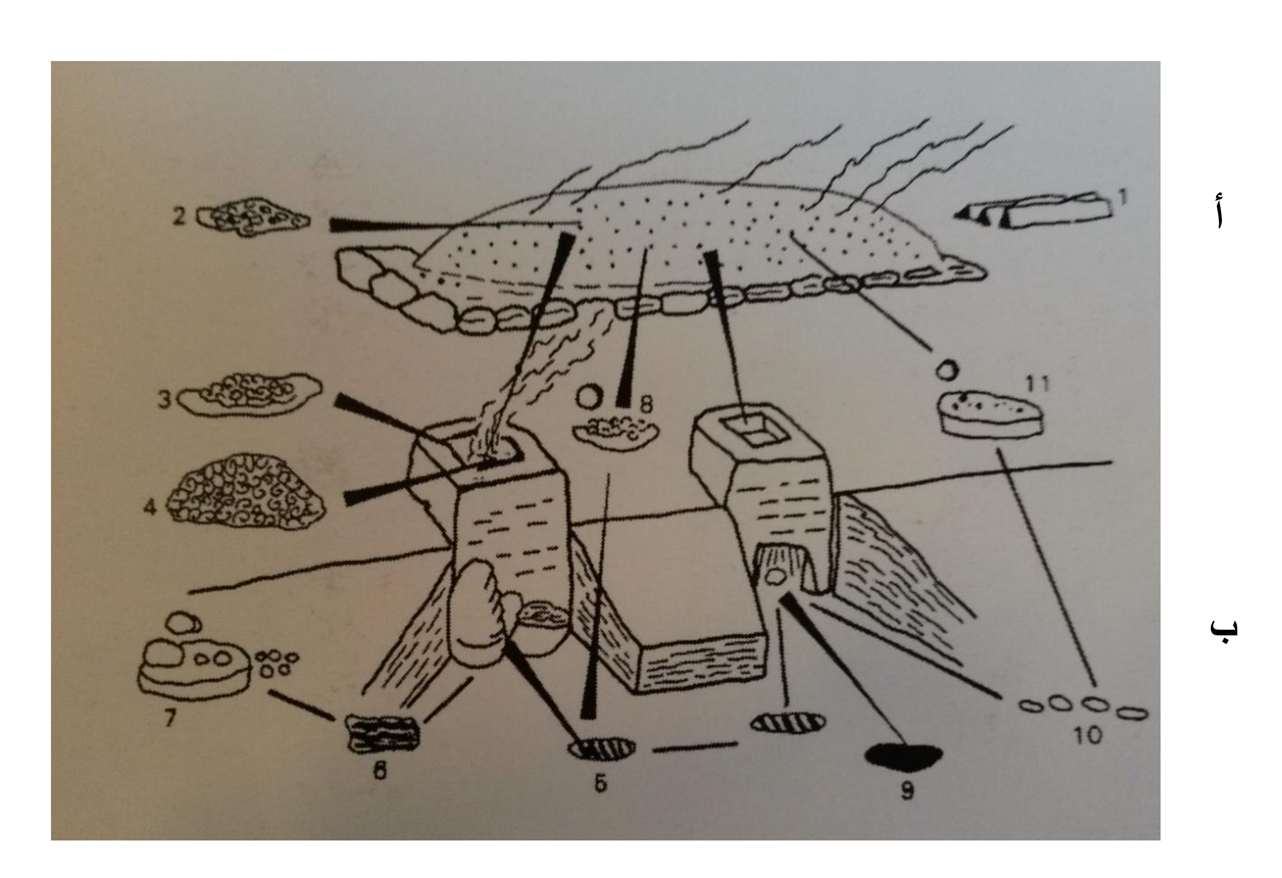
رابعا: تحويل المتّة:

تهدف هذه العملية، إلى تصفية النحاس بفصله عن الحديد و السلفور و يتم ذلك بوضع المتّة (Matte) ذات عناصر (Cu, Fe, S) داخل فرن بسيط مشكل من حفرة في الأرض قليلة العمق، محشوة بفحم حطبي متأجج مع وجود فتحة تهوية معطوفة (coudée) و منفخين يدويين (Fasnacht 1995) .

توضع البوتقة التي تحتوي على الكريات في أعلى الحروق، ثم يغطى الكل بالفحم الذي يزيد التهابا بفضل وضعية فتحة التهوية التي يوجه رأسها عموديا فوق البوتقة، تركز هذه الوضعية بدقة و انتظام معظم الحرارة المشكلة مباشرة على الكريات المعدنية، و بذلك يتحول سولفور الحديد بوجود الأكسيجين و السيليسيوم ليشكل أكسيد الحديد الذي يتوحد مع السيليس، و تنعزل على شكل خبث معدني، أما سورفور النحاس المتبقي، يتأكسد هو الآخر ليشكل النحاس و ثاني أكسيد الكبريت الذي يتبخر، و هكذا يتم تطهير النحاس من العناصر المكونة له، و يصبح بذلك جاهز لعملية تشكيل الأداة (C. Chaussin, G. Hilly, 1974b, p. 198).

و من بين الاستنتاجات التي توصل إليها الباحثون بمنطقة كابريار، هو إرجاع الإنسان لعدة فلزات مشتركة مثل تترائدريت-كالكوبيريت، من خلال إثبات استعمالها بقوة منذ بداية الألفية الثالثة (P. Ambert, 1998, p. 2) .

أ



ب

شكل. 22 – تحميص (أ) و ارجاع (ب) فلز النحاس السولفوري لمنجم ميتلبرج (Mitelberg) النمساوي.(C. Volfovsky, 2001, p. 17)

1) فحم للتسخين. 2) فلز مهروس. 3) فلز مهروس و محمص. 4) فحم حطبي.

5) المتّة. 6) خبث (FeO, SiO_2). 7) فلز (2% Cu). 8) متّة مهروسة للتحميص.

9) نحاس أسود (<90% Cu). 10) خبث و فلز(2% Cu). 11) فلز متبقي.

3 - طرق تعدين البرونز:

فيما يخص تقنية تصنيع البرونز، فقد تمكن الإنسان من التحكم فيها بسهولة في المراحل الأولى من عصر البرونز، و ذلك بإضافة فلز القصدير المتمثل في الكاسيتيريت مباشرة داخل البوتقة التي تحتوي على نحاس سائل ليتشكل البرونز. (H. Meyer-Roudet 1999, p. 28)

و من خلال التحاليل و التجارب التي قام بها بعض الباحثين، مثل الباحث ماريشال (J. Marechal)، فقد توصل إلى طريقتين لتشكيل البرونز و ذلك منذ اكتشاف الإنسان لعملية التصهير، وهما:

أ- إما بإرجاع فلز الكاسيتيريت للحصول على قصدير نقي، ثم مزجه مع النحاس.(J. P. Mohen, 1990, p : 102)

ب- أو بتشكيل صهارة وذلك بمزج الفلزين معا في آن واحد داخل الفرن (المالاكيت مثلا مع الكاسيتيريت) بهدف الحصول على البرونز.

فقد اتضح من خلال الدراسات، أن هذه التقنية هي الأكثر استعمالا استنادا إلى ندرة كريات القصدير النقية، التي تم العثور عليها في المواقع الأثرية (D. Grébénart, 1988, p. 19)

4 – تعدين الليطون:

تتمثل أقدم تقنية استعملها الإنسان في تشكيل سبيكة الليطون في تقنية السمنتة، و يستلزم لذلك الوصول إلى درجة حرارة تقدر بـ 1300°م حتى يتمكن من استخلاص التوتياء من فلزه الرئيسي و هو سولفور التوتياء (السفاليريت)، فعند تسخين النحاس الموجود مع خليط من فلز التوتياء المفتت و فحم حطبي، يتداخل جزء من التوتياء المنصهر القريب من النحاس معه لتشكيل الليطون، و هي نفس التقنية المطبقة للحصول على الفولاد و ذلك بخلط الحديد مع الفحم الحطبي .(D. Grébénart, 1988, p. 20)

VI – طرق تشكيل الأدوات و تقنيات معالجتها

عند استخلاص المعدن النقي من فلزه، أو عند تشكيل سبيكة، يقوم الإنسان بتصنيع أدوات كاملة، و أخرى نصف جاهزة، أو مسائك، و قد تم التعرف على تقنيتين للحصول على أدوات مشكلة من السبائك المعدنية:

أ– الأدوات المشكلة بواسطة الطرق (Les Alliages de forge): تتمثل في السبائك التي تتميز بسهولة كبيرة للتشويه و هي على الساخن، حتى يتم إعطاءها الشكل المراد.

ب– الأدوات المشكلة بالذوبان (Les Alliages de fonderie)، و هي تلك التي تتميز بسهولة قولبتها، و تسمح بالحصول على مادة متماسكة و متجانسة، غير أن الخصائص الميكانيكية للمنتوج المقولب أقل من خصائص الأدوات التي تم تشكيلها بواسطة الطرق، و بالمقابل القولبة هي طريقة اقتصادية، تسمح بتصنيع أشكال معقدة و دقيقة. (C. Chaussin, G. Hilly, 1976a, p. 2)

1 – تقنيات معالجة الأسطح:

إن تشكيل الأدوات القابلة للاستعمال يتطلب جهدا كبيرا، خاصة الأدوات نصف الجاهزة و المسائك، التي تستلزم معالجتها ميكانيكيا أو حراريا لتحقيق الاداة المراد صنعها، و يمكن شرحها كما يلي:

أ– المعالجة الميكانيكية(Traitement Mécanique): تتمثل في محاولة تشكيل أداة معدنية بواسطة التصفيح، و بالتالي يتشوه المعدن ليأخذ شكل الأداة المراد صنعها، لكن اثناء هذه العملية تتعرض هذه القطعة إلى طرق متكرر يعرف **بالطرق المكثف للمعدن** Ecrouissage، يتسبب في تجاوز حدود مرونته و ارتفاع صلابته، و من ثمة فقدان المعدن لأهم خصائصه الميكانيكية، حيث تنقص قدرته على

التشكيل، بسبب الطرق المكثف، وكلما ازدادت صلابته، ازدادت هشاشته ما يجعله أكثر عرضة للكسر.

ب-المعالجة الحرارية أي التلدين(Traitement Thermique ou recuit): لمعالجة قطعة معدنية تعرضت لعملية الطرق المكثف، و استرجاع خصائصها الميكانيكية، تخضع القطعة إلى معالجة حرارية تعرف بالتلدين، تتمثل هذه العملية في إعادة تسخين القطعة في فرن حتى بلوغ درجة حرارة تسمح بتبلر المعدن مجددا و بالتالي يسترجع توازنه تدريجيا.

و في حالة النحاس مثلا يستلزم درجة حرارة لا تقل عن 270°م (I. Lakhtine, 1978, p. 80)، حتى تنقص مقاومته و يستعيد المعدن من جديد أهم خصائصه المتمثلة في قابليته للطرق و ليونته، مما يسمح بمتابعة عملية تشكيل الأداة أي طرق المعدن و تسخينه بالتناوب، دون تعريضه للانكسار. (J. philibert et All, 2002, p. 703)

فقد استعان إنسان ما قبل التاريخ الذي كان يجهل وسائل قياس درجة الحرارة، بالألوان التي تتخذها القطعة لتحديد الوقت الملائم لمواصلة الطرق.

ت- طريقة السقاية أو التبريد السريع (La Trempe): استطاع الإنسان الحصول على أدوات معدنية ذات صلابة عالية، باستعمال هذه الطريقة، التي تستوجب تسخين المعدن في درجة حرارة منخفضة بقليل من نقطة انصهاره ثم تبريده بشكل سريع، بغطسه داخل سائل فاتر أو بارد، مما يؤدي إلى تجميد هيكلة المعدن، ما يعطي للقطعة صلابة أكبر وتماسك، وبالمقابل تصبح سبائك السقاية أكثر هشاشة وأقل قابلية للتطريق، وحتى يتمكن من استرجاع مرونة القطعة وقابليتها للتشكيل، تعرض القطعة من جديد لعملية التلدين (J. Cessac, G. Tréherne, 1966, p. 18).

الفصل الثالث :

" طرق تشكيل الأدوات المحفوظة في متحفي الباردو و سيرتا"

I.الدراسة المخبرية.

II. تحليل العينات.

III. الدراسة الميتالوغرافية.

IV. دراسة الصلابة المجهرية للعينات.

V. نقطة الانصهار.

VI. عرض البطاقات التقنية.

I- الدراسة المخبرية :

تعتبر التجارب المخبرية، وسيلة علمية يتم بفضلها إنشاء بنك معلومات مفصلة، لا نستطيع ملاحظتها بالعين المجردة. لقد قمنا بمختلف التحاليل على العينات التي تم انتقائها تبعا للإشكالية المطروحة ضمن هذه الدراسة، التي لا تقتصر على معرفة التركيبة الكيميائية لهذه الأدوات فحسب، وإنما نحاول من خلالها إعادة بناء السلسلة التقنية المنتهجة في صناعة الأدوات المعدنية، مرورا بمختلف الخطوات و المعالجات، إلى غاية تشكيل الأداة الكاملة، استنادا إلى المعطيات التي يمكن استنتاجها من خلال دراسة الهيكلة المجهرية للعينات، التي تحتفظ في ذاكرتها على هذه المعلومات، و التي قد تفيدنا في معرفة ادق تفاصيل المخلفات المعدنية التي وجدت في المواقع الأثرية، و تعطينا بذلك صورة واضحة عن مهنة حرفي التعدين البدائي.

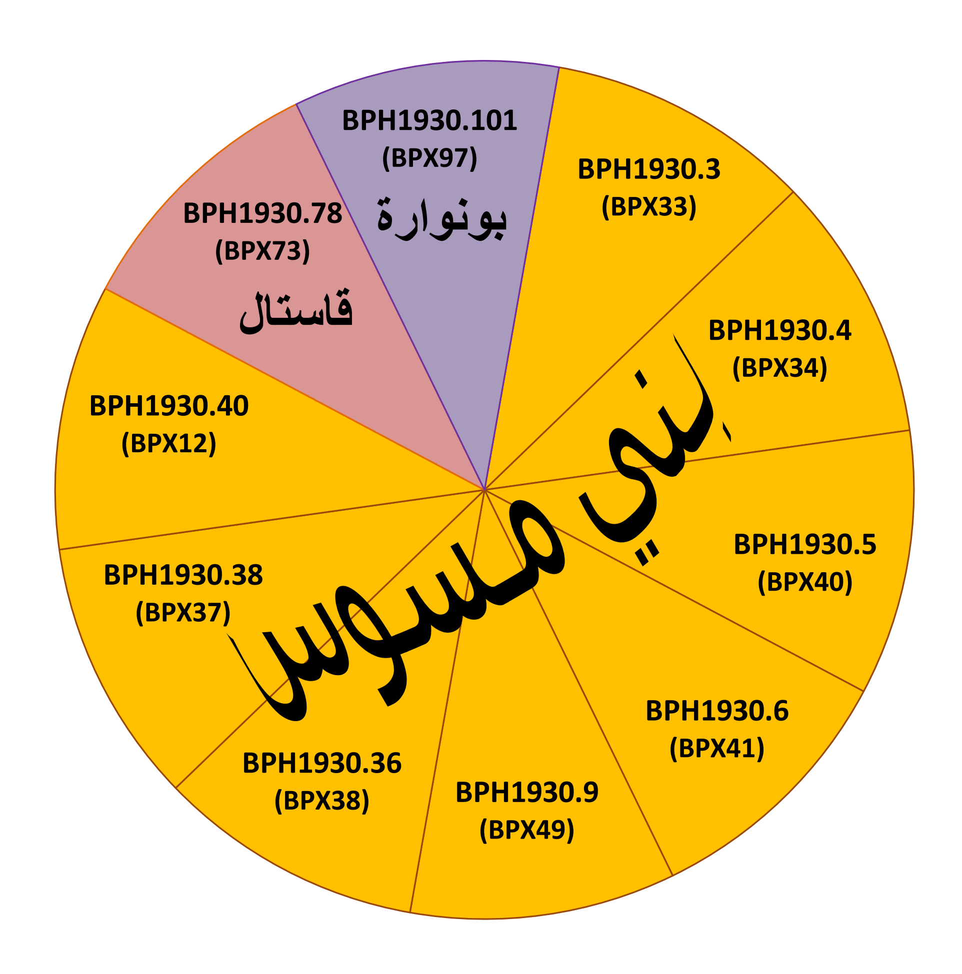
وقد تم تشخيص هذه العينات كما يلي:

1 – تشخيص العينات:

يبلغ العدد الإجمالي للعينات النحاسية و البرونزية، سبعة عشر (17) عينة، تنتمي لمتحفي الباردو بالجزائر العاصمة و سيرتا بقسنطينة.

أ– عينات متحف الباردو:

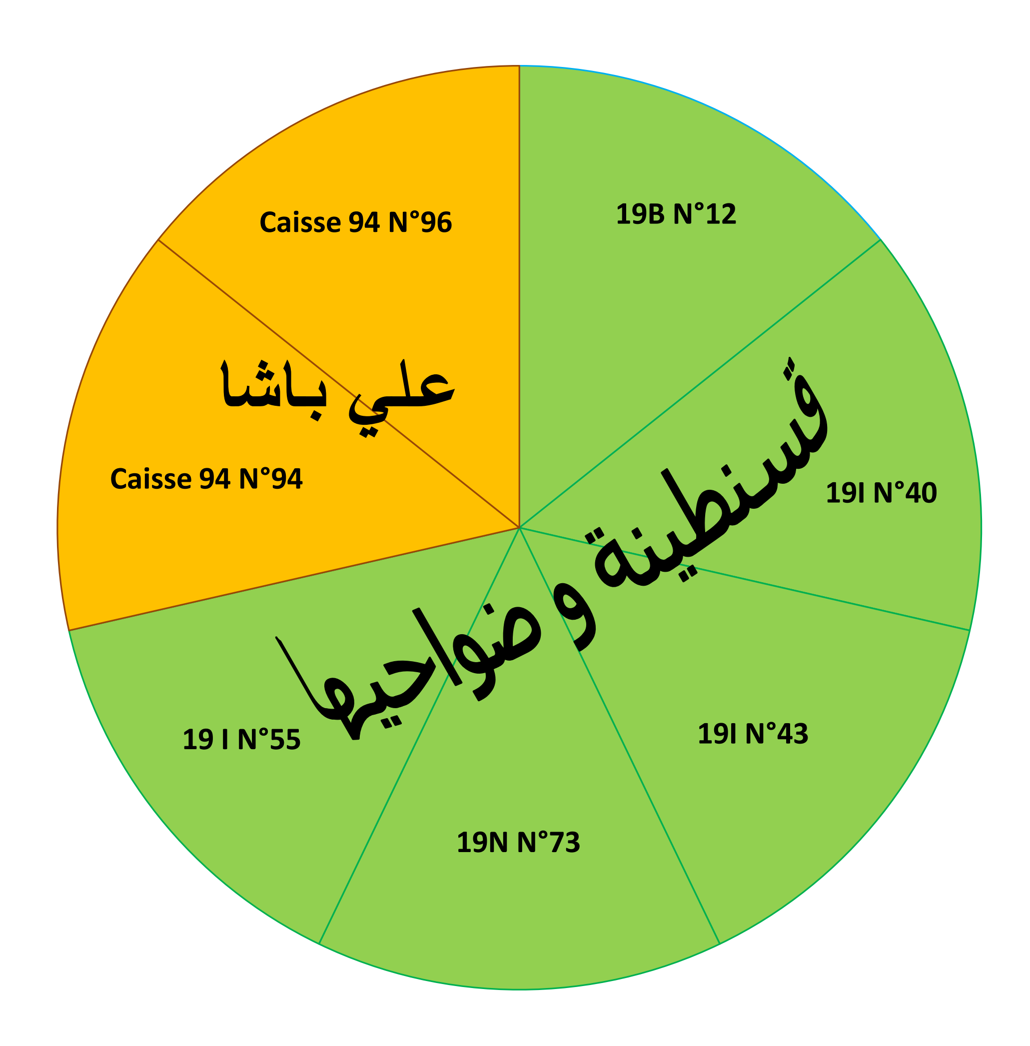
عددها عشرة (10) عينات، تنتمي لمواقع مختلفة، نوضحها في الشكل. 23، كل عينة يمثلها رقم جردها الجديد الموجود حاليا في المتحف، و وضعنا بين قوسين رقم الجرد القديم.



شكل.23-عينات متحف الباردو (الجزائر العاصمة).

ب- **عينات متحف سيرتا:**

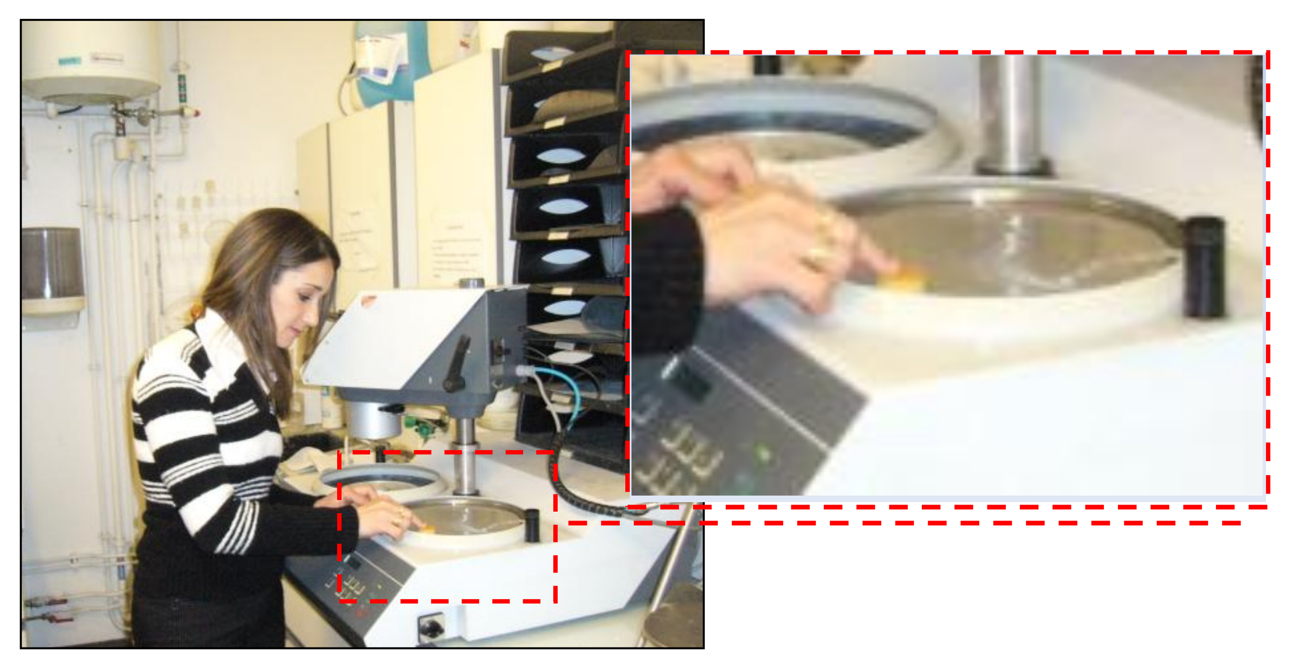
تحصلنا لغرض الدراسة المخبرية على سبعة (07) عينات معدنية، مأخوذة من أدوات تنتمي للمواقع التالية: (الشكل. 24)



شكل.24- عينات متحف سيرتا (قسنطينة).

II- تحليل العينات:

بعدما قمنا بصقل العينات (لوحة 6، الصورة.36)، و تخليصها من الطبقة المؤكسدة، باشرنا بملاحظتها في مجهر الميتالوغراف، و أخذ صور فوتوغرافية لها (لوحة 6، الصورة.37)، ثم اجراء التحاليل بواسطة جهاز خاص، يعرف بأقلاي (AGLAE) (لوحة 6، الصورة.38)، يجمع بين جهازين دقيقين ومكملين يعرفان بـ البيكس/البيج (PIXE/PIGE) ذات حزمة مستخرجة (à faisceau extrait) (أنظر الصفحة 17 و 18)، تحصلنا من خلاله على النتائج الموضحة في الجدول19، ص. 156.



صورة.36- صقل العينات (بمخبر الترميم لمتاحف فرنسا)



صورة.37- مشاهدة العينة في المجهر (بمخبر الترميم لمتاحف فرنسا).



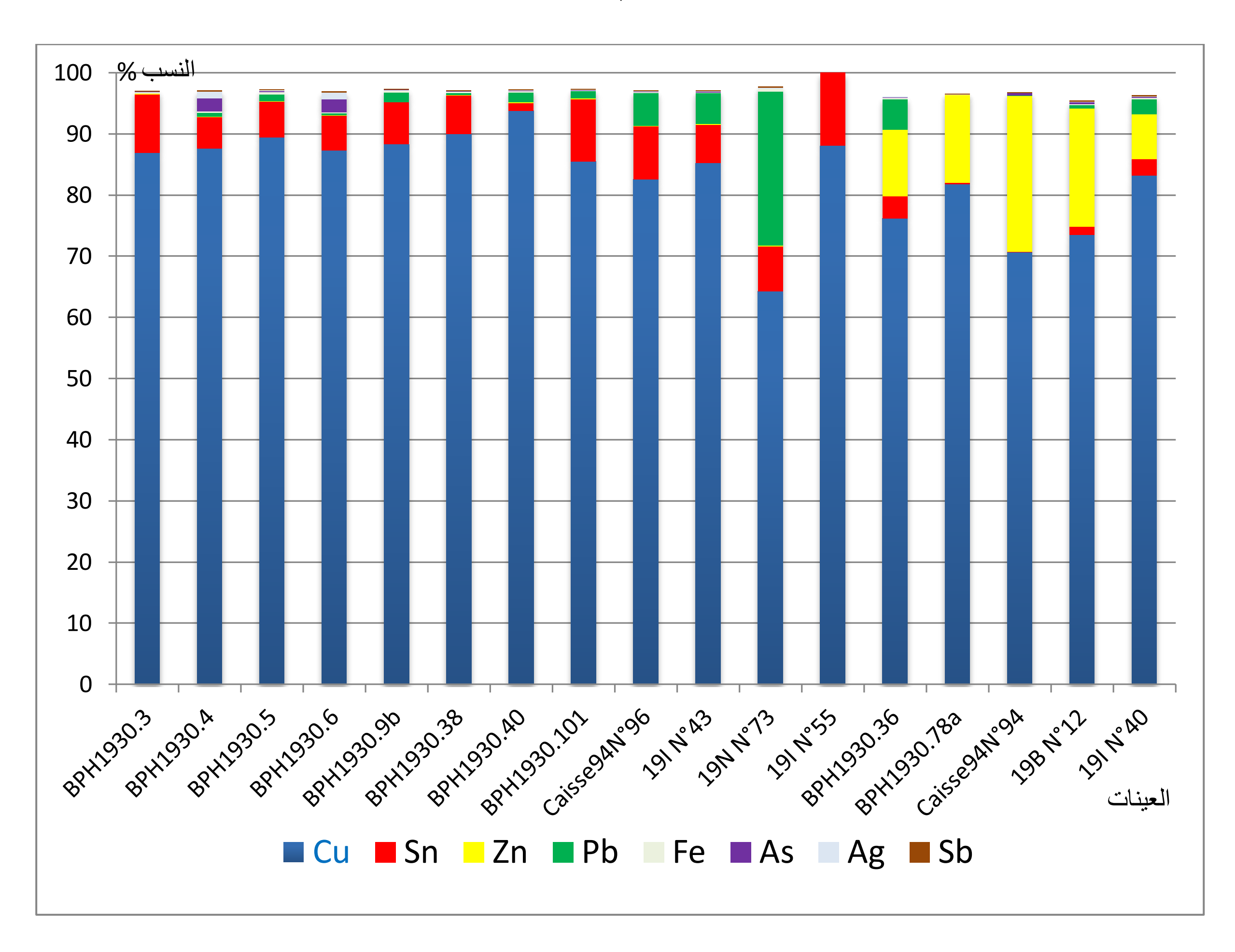
صورة.38- جهاز المعجل أقلاي مع المختص Benoît Mille (بمخبر الترميم لمتاحف فرنسا)

لوحة 6: صور للدراسة المخبرية.

رقم جرد العينات	Cu	Zn	Sn	Pb	S	Cl	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Ga	As	Se	Mo	Ag	Cd	In	Sb
BPH1930.40	93,8	0,2	1,2	1,6	< 0,05	< 0,02	< 0,007	< 0,006	< 0,002	0,2	< 0,003	< 0,03	< 0,1	0,1	< 0,02	< 0,002	0,1	< 0,005	< 0,009	0,1
BPH1930.3	86,9	< 0,09	9,6	0,05	< 0,04	< 0,010	< 0,005	< 0,007	< 0,004	0,2	0,07	0,2	< 0,1	< 0,1	< 0,02	< 0,002	0,04	< 0,01	< 0,008	< 0,01
BPH1930.4	87,6	< 0,04	5,2	0,6	< 0,01	0,1	< 0,005	< 0,006	< 0,002	0,2	< 0,005	< 0,02	< 0,09	2,2	0,04	< 0,003	1,1	< 0,007	< 0,01	0,2
BPH1930.36	76,2	10,9	3,6	5	< 0,09	0,2	< 0,008	< 0,006	< 0,001	0,2	< 0,006	0,06	< 0,1	< 0,1	< 0,006	< 0,003	0,05	< 0,008	< 0,008	0,1
BPH1930.5	89,4	< 0,05	5,9	1,1	< 0,04	< 0,01	< 0,003	< 0,006	< 0,002	0,4	< 0,02	0,08	< 0,1	0,2	< 0,005	< 0,002	0,1	< 0,005	< 0,02	< 0,006
BPH1930.6	87,3	< 0,06	5,7	0,3	< 0,01	0,2	< 0,008	< 0,006	< 0,007	0,2	< 0,005	< 0,01	< 0,1	2,1	0,04	< 0,004	1,1	< 0,01	< 0,02	0,2
BPH1930.9a	88,6	< 0,08	6,7	1,4	0,2	< 0,02	< 0,005	< 0,005	< 0,002	0,4	< 0,006	< 0,01	< 0,1	< 0,05	< 0,02	< 0,004	0,07	< 0,010	< 0,02	0,1
BPH1930.9b	88,3	< 0,05	6,9	1,5	0,1	0,2	< 0,008	< 0,006	< 0,002	0,4	< 0,006	< 0,01	< 0,1	< 0,07	< 0,02	< 0,002	0,06	< 0,008	< 0,010	0,09
BPH1930.78b	82,8	12,8	0,3	< 0,02	< 0,03	0,1	< 0,007	< 0,003	< 0,003	0,03	< 0,004	< 0,01	< 0,1	< 0,03	< 0,004	< 0,002	< 0,01	< 0,005	< 0,006	< 0,008
BPH1930.78c	97,6	0,5	0,5	< 0,02	< 0,01	< 0,01	< 0,007	< 0,005	< 0,003	0,008	< 0,006	< 0,01	< 0,1	< 0,04	< 0,01	< 0,003	< 0,004	< 0,005	< 0,007	< 0,009
BPH1930.78a	81,8	14,4	0,2	< 0,02	< 0,02	0,5	< 0,007	< 0,006	< 0,003	0,02	< 0,007	< 0,02	< 0,1	< 0,03	< 0,005	< 0,004	< 0,005	< 0,002	< 0,005	< 0,008
BPH1930.38	90	< 0,04	6,3	0,3	< 0,03	< 0,008	< 0,01	< 0,004	< 0,002	0,3	< 0,01	0,07	< 0,10	< 0,07	< 0,01	< 0,003	0,02	< 0,007	< 0,008	0,04
BPH1930.101	85,5	< 0,1	10,2	1,2	< 0,03	< 0,06	< 0,006	< 0,01	< 0,002	0,1	< 0,01	< 0,02	< 0,1	< 0,09	< 0,008	< 0,002	0,03	< 0,01	< 0,01	< 0,03
Caisse94N°94	70,7	25,5	< 0,009	0,07	< 0,04	0,1	< 0,01	< 0,004	< 0,002	0,04	< 0,008	< 0,008	< 0,1	0,4	< 0,02	< 0,003	0,02	< 0,003	< 0,003	0,03
Caisse94N°96	82,6	< 0,03	8,7	5,4	< 0,03	0,08	< 0,01	< 0,008	< 0,001	0,1	< 0,006	< 0,02	< 0,1	< 0,08	< 0,02	< 0,004	0,07	< 0,01	< 0,01	0,09
19B-N°12	73,5	19,4	1,3	0,5	< 0,03	0,2	< 0,007	< 0,006	< 0,002	0,2	< 0,009	< 0,04	< 0,1	0,3	< 0,01	< 0,004	0,05	< 0,005	< 0,008	0,2
19I-N°40	83,2	7,3	2,7	2,5	0,1	0,6	< 0,008	< 0,007	< 0,002	0,2	< 0,01	0,09	< 0,1	0,2	< 0,010	< 0,003	0,07	< 0,006	< 0,006	0,2
19I-N°43	85,2	< 0,1	6,3	5,1	< 0,09	0,09	< 0,01	< 0,01	< 0,002	0,07	< 0,02	< 0,03	< 0,1	0,2	< 0,02	< 0,005	0,06	< 0,007	< 0,01	0,09
19N-N°73	64,3	< 0,2	7,3	25,1	< 0,3	2	< 0,01	< 0,01	< 0,004	0,5	< 0,02	< 0,03	< 0,1	< 0,05	< 0,03	< 0,005	0,07	< 0,007	< 0,01	0,2
19I-N°55	88 ,07	0	11,93	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

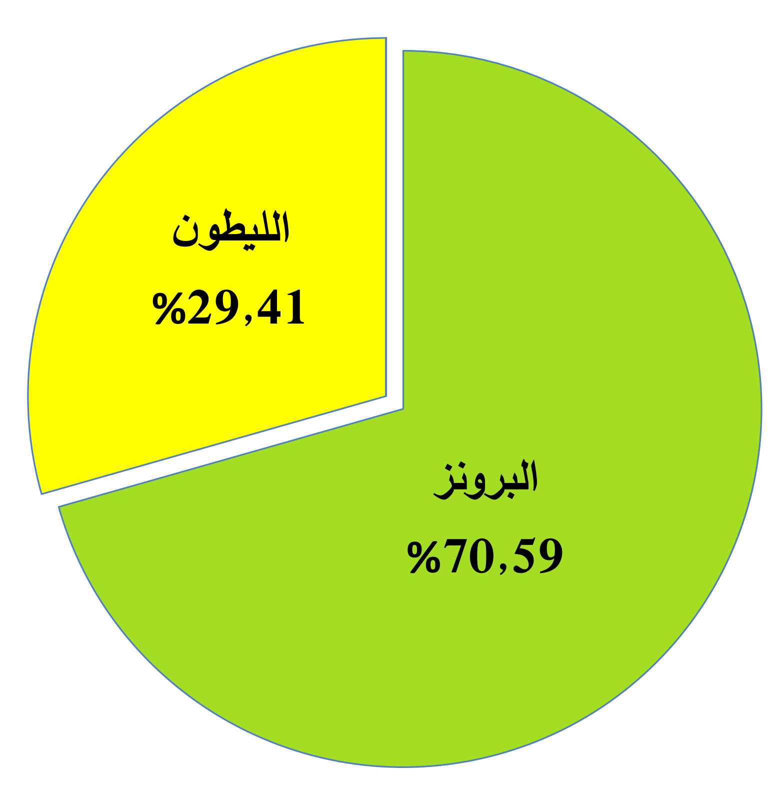
جدول.19- التركيبة الكيميائية للعينات

من خلال الملاحظة العامة للتركيبة الكيميائية للعينات، اتضح أن النحاس (Cu) هو العنصر الكيميائي الأساسي الذي تتشكل منه كل العينات، حيث تصل أعلى نسبة له إلى 93,8%، وتقدر أدنى نسبة له بـ 64,3% (الشكل.25).



شكل.25– التركيبة الكيميائية للعينات.

يشكل هذا النحاس سبيكة مع عنصرين معدنيين أهمهما، القصدير (Sn) الذي يمثل سبيكة البرونز بنسبة 70,59% ، ثم مع التوتياء (Zn)، مشكلا سبيكة الليطون بنسبة 29,41% (شكل. 26)، و قد تم إحصاء إثنتا عشر (12) قطعة برونزية، و خمس (5) قطع من الليطون وذلك في كلا عينات متحفي الباردو و سيرتا.



شكل.26- توزيع نسب السبائك على العينات.

1- أنواع السبائك الموجودة في العينات:

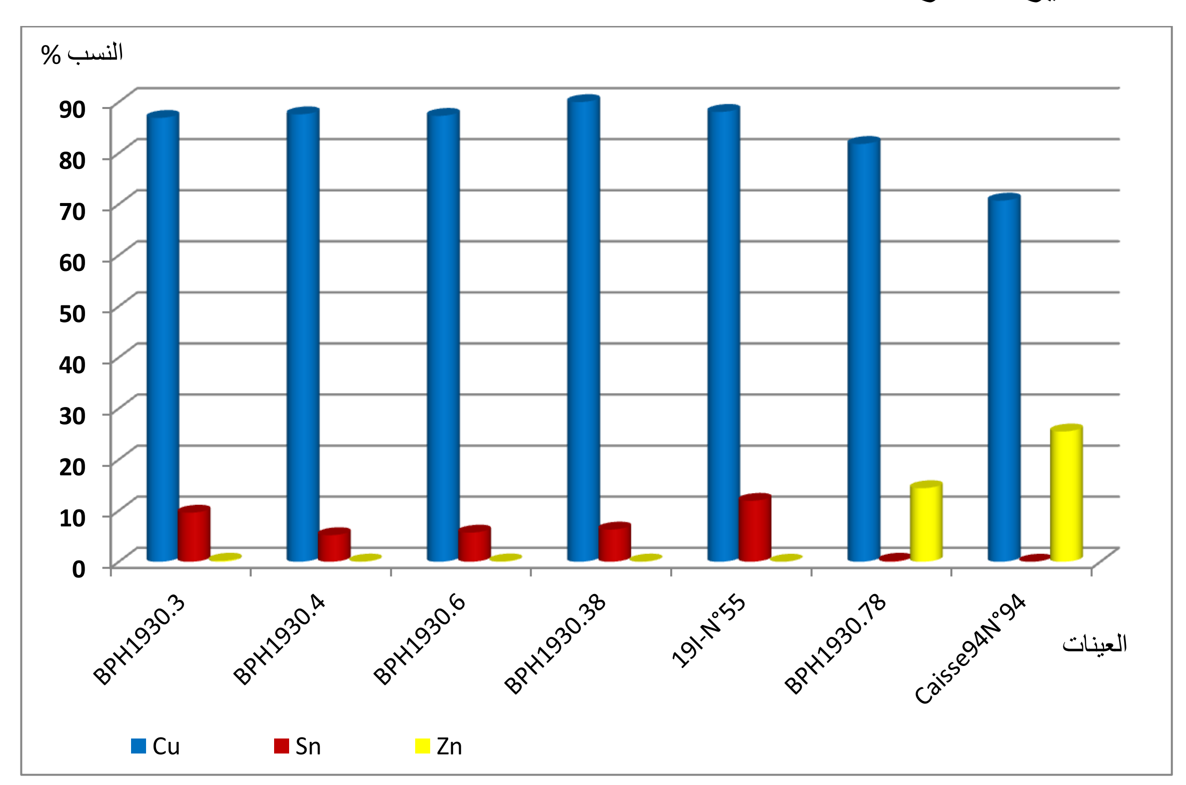
يمكن استنتاج عدة أنواع من السبائك في هذه العينات، منها الثنائية، و الثلاثية، و الرباعية. (M. Pernot, 1998, p. 123) و التي نوضحها في الجدول التالي:

الأقسام الكبرى للسبائك	أنواع السبائك النحاسية		
	برونز	ليطون	سبائك أخرى
السبائك الثنائية	Cu Sn	Cu Zn	-
السبائك الثلاثية	Cu Sn Pb	Cu Zn Pb	Cu Zn Sn
السبائك الرباعية	-	-	Cu Zn Sn Pb

جدول.20- الأقسام الكبرى للسبائك في العينات و أنواعها.

أ- السبائك الثنائية (Les Alliages Binaires):

عبارة عن خليط قصدي لعنصر النحاس يضاف إليه عنصر ثاني هو القصدير (Sn) مشكلا برونز حقيقي، و قد تم تشخيصه في خمسة (5) عينات (أربعة (4) عينات من متحف الباردو، و عينة من متحف سيرتا)، أو من التوتياء (Zn) مشكلا الليطون، و قد نجده في عينة من متحف الباردو، و أخرى من متحف سيرتا. أنظر الشكل. 27.

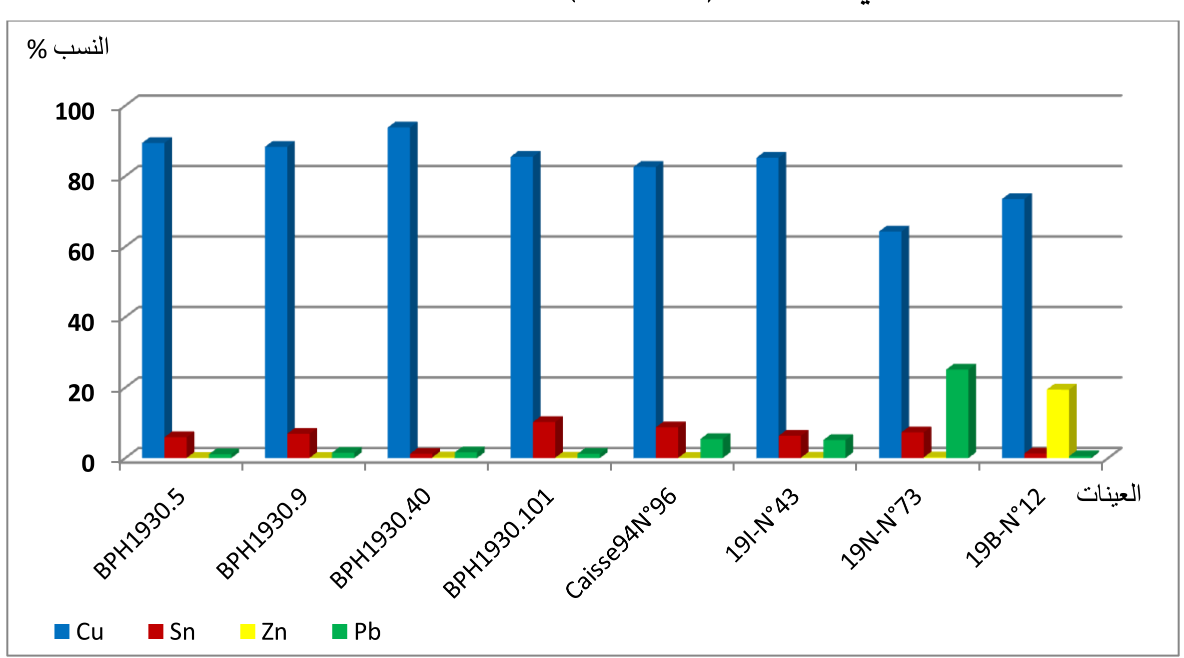


شكل.27- السبائك الثنائية الموجودة في العينات.

إن تواجد عنصر القصدير أو التوتياء، عن قصد في التركيبة الكيميائية للعينات، يدل على دراية الإنسان للدور الذين يلعبانه، عند تشكيل الأداة، و يتجسد ذلك في سيولة عالية للمعدن الممزوج، و قولبة جيدة، و صلابة أكبر، بالإضافة إلى مقاومته للتلف (Usure)، والأكسدة (Corrosion)، أحسن بكثير من النحاس (M. Picon, et All., 1966, p. 190).

ب- السبائك الثلاثية (Ternaire) :

يتميز هذا النوع من السبائك بإحتوائه على ثلاث عناصر معدنية مختلفة، تتمثل في البرونز مثلا يضاف إليه عنصر الرصاص: (Cu Sn Pb)، أو الليطون بالرصاص: (Cu Zn Pb)، كما يمكن العثور على مزيج من نحاس، و قصدير، و توتياء: (Cu Sn Zn) (M. Pernot, 1998, p. 124)، و قد شاع استعمال كل هذه السبائك في أوروبا، منذ نهاية الألفية الثالثة إلى بداية الألفية الثانية (Mohen J.P., 1990, p. 113)، و أثبتت النتائج المحصل عليها في معظم عينات متحف الباردو و سيرتا وجودها في الجزائر. (الشكل.28)



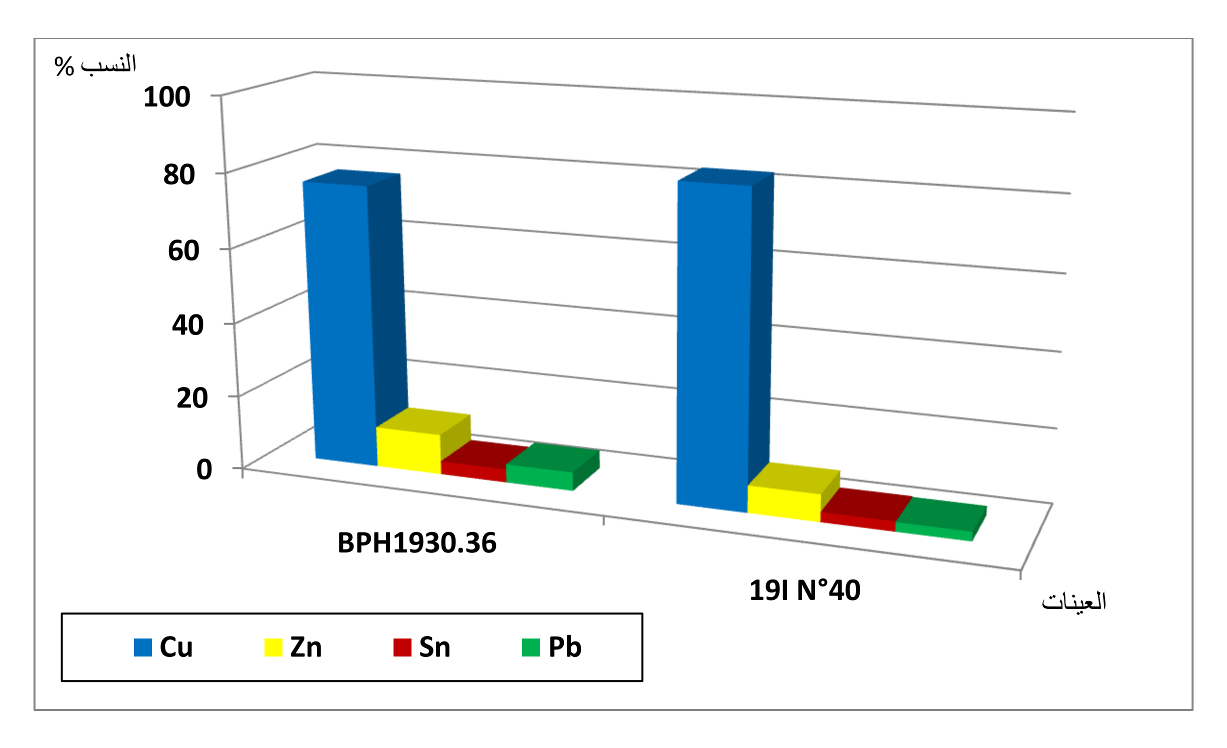
شكل.28- السبائك الثلاثية الموجودة في العينات.

ت- السبائك الرباعية (Quaternaire): المعروفة بالسبائك المعقدة للنحاس.

السبائك المعقدة الوحيدة للنحاس التي عرفت في فترة عصر المعادن تتكون من مزيج من النحاس، و التوتياء، و القصدير، و كذا الرصاص (Cu Zn Sn Pb) (M. Picon, et Al., 1966, p. 192)

و قد سجلنا وجود هذا النوع من السبائك المكونة من أربعة عناصر معدنية، في عينتين فقط (شكل.29)، احداهما تنتمي لأدوات متحف الباردو، و الأخرى

لمتحف سيرتا، و الجدير بالذكر أنهما مشكلتان من سبيكة الليطون، مع وجود القصدير و الرصاص.

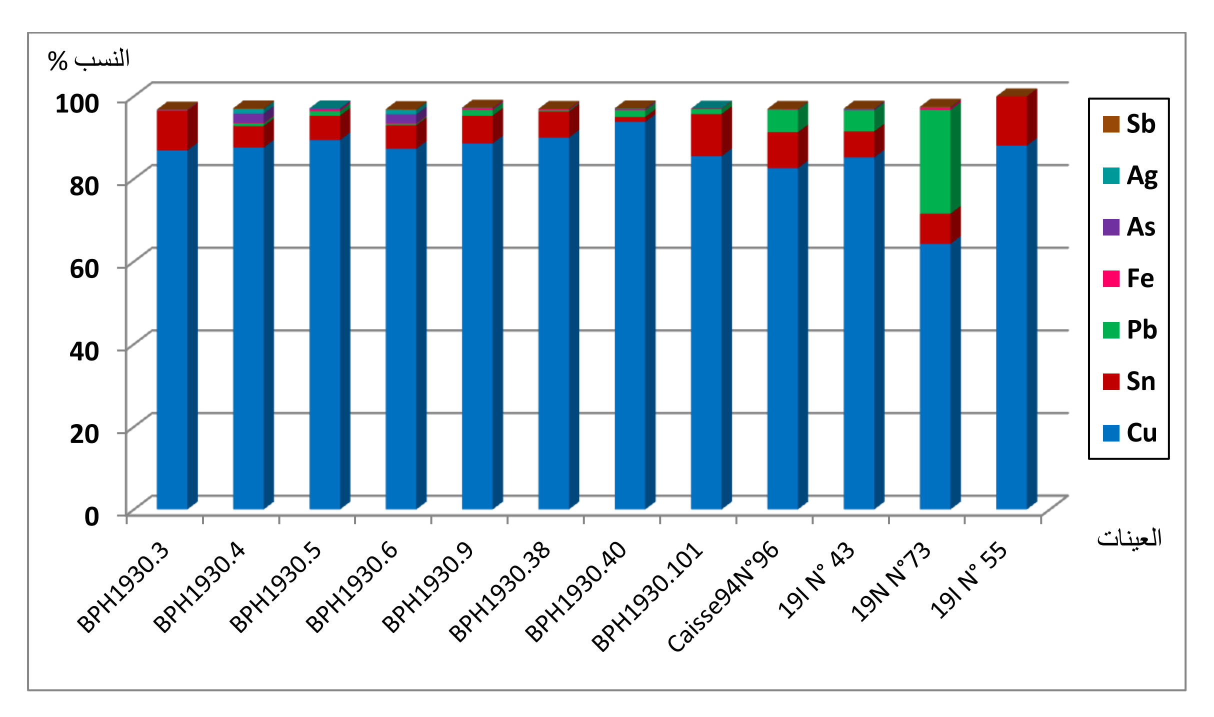


شكل.29- السبائك الرباعية الموجودة في العينات.

2 - سبيكة البرونز:

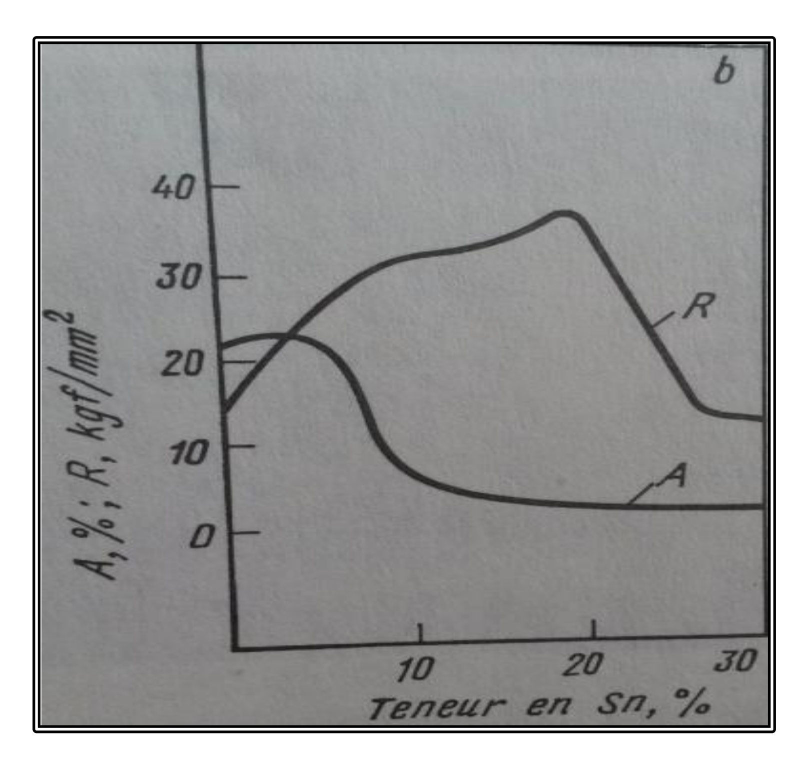
تتواجد هذه السبيكة (الثنائية و الثلاثية) في ثمانية عينات بمتحف الباردو، وتمثل دولمانات بني مسوس (الجزائر العاصمة)، وبونوارة (قسنطينة)، وقاستال (تبسة)، وفي أربعة عينات لمتحف سيرتا، وهي تعود لموقع علي باشا (بجاية)، وثلاثة لمواقع قسنطينة و ضواحيها(شكل. 30).

تقدر أعلى نسبة للقصدير (Sn) في هذه السبيكة بـ 10,2% (في العينة BPH1930.101 لدولمان بونوارة)، ولا تتعدى أدنى نسبة بـ 1,2% (في العينة BPH1930.40 لدولمان بني مسوس)، في حين يقدر متوسط نسبة القصدير في العينات بـ 6,8%.



شكل.30- تركيبة العينات البرونزية.

نشير إلى أن ارتفاع نسبة القصدير في السبيكة، يلعب دورا هاما في التأثير على الخصائص الميكانيكية للنحاس، مثل ما يتضح في الشكل. 31، فالبرونز الذي يحتوي على أكثر من 4% من القصدير، تكون درجة مقاومته(R) في ارتفاع (كلما زادت مقاومة المعدن زادت صلابته)، خاصة لما تصل نسبة القصدير(Sn) إلى اكثر من 10%، و بالمقابل تضعف خاصية تمدد (A) السبيكة، مما يتسبب في نقص قابلية تشكيل المعدن، و هذا ما يعرقل تشكيل الأداة عن طريق عملية الطرق، و قد يؤدي إلى كسرها (I. Lakhtine, 1978, p. 403).



شكل.31– رسم بياني لتأثير نسبة القصدير على الخصائص الميكانيكية للنحاس.
(I. Lakhtine, 1978, p. 401)

(A) تعبر عن خاصية الامتداد.

(R)تعبر عن خاصية المقاومة.

تنخفض نقطة انصهار البرونز، كلما زادت نسبة القصدير في المعدن، فبينما يذوب النحاس في درجة 1083°م، تنخفض هذه الدرجة إلى حوالي 1025°بوجود 10% من القصدير في المعدن، و بإمكانه أن يذوب في 900°م إذا وصلت نسبه القصدير إلى 20%.

كما يتميز البرونز بسهولة قولبته كلما زادت نسبة القصدير فيه، على عكس النحاس الذي يعرف بسوء قولبته.

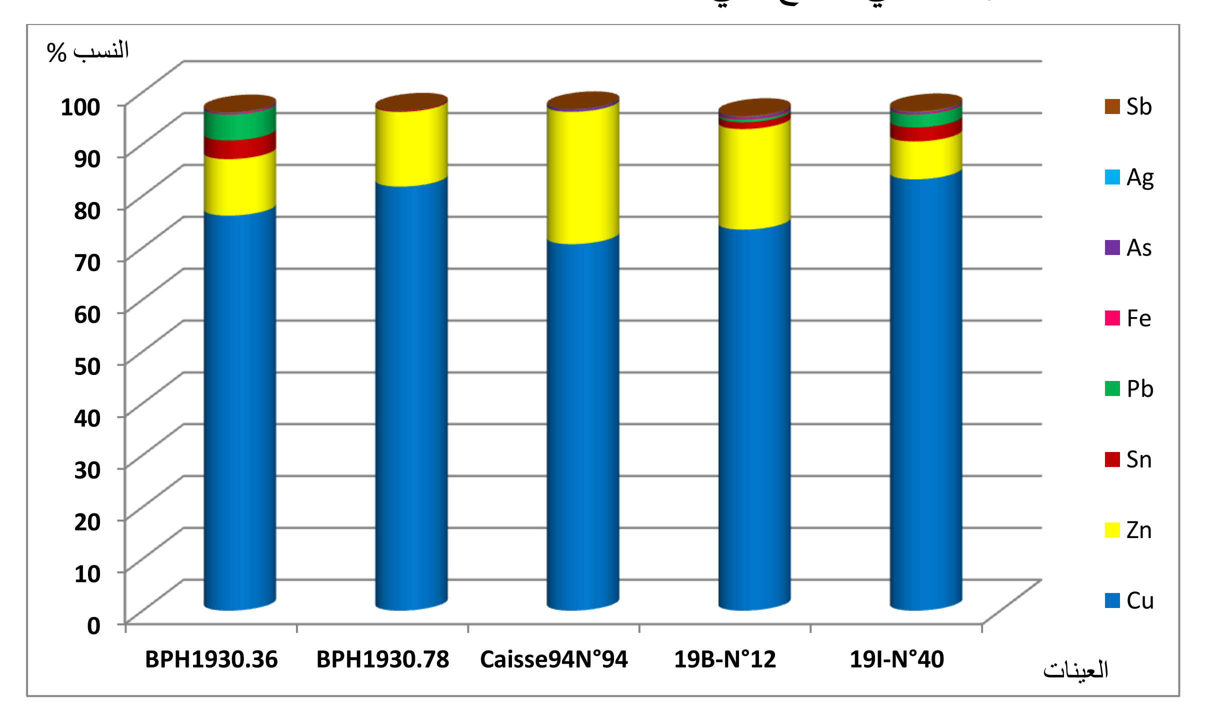
أما بالنسبة للون الذي تأخذه سبيكة البرونز، يكون وردي بوجود 5% من القصدير، ثم يتحول إلى أصفر– مسمر إذا ارتفعت نسبة القصدير فيه (M. Picon, et Al., 1966, p. 191)

تدخل في تركيبة البرونز، في معظم الأحيان عناصر أخرى كالتوتياء (Zn)، والحديد (Fe)، والرصاص(Pb)، والنيكل (Ni)، و غيرها، مثل ما هو الحال في تركيبة العينات.

فوجود التوتياء(Zn) ضمن سبيكة البرونز يحسن من خصائصها الميكانيكية، إلى جانب النيكل (Ni) الذي يتميز بخصائص مقاومة للأكسدة، كما يعمل الحديد (Fe) على تدقيق حجم الحبيبات (كلما كان حجم الحبيبات دقيقة كلما كان سطح القطعة أملس، و كلما كبرت الحبيبات كلما أصبح السطح خشن)، إلاّ أن وجوده يتسبب في التقليص من الخصائص الميكانيكية للسبيكة، و في مقاومتها للأكسدة (I. Lakhtine, 1978, p. 403).

3 – سبيكة الليطون:

توجد هذه السبيكة في خمسة (5) عينات فقط من مجموع سبعة عشر (17) عينة (شكل 32)، قطعتان من متحف الباردو، متعلقة بأدوات دولمانات بني مسوس، وثلاثة عينات من متحف سيرتا، تنتمي لموقع علي باشا وموقعين لقسنطينة وضواحيها.

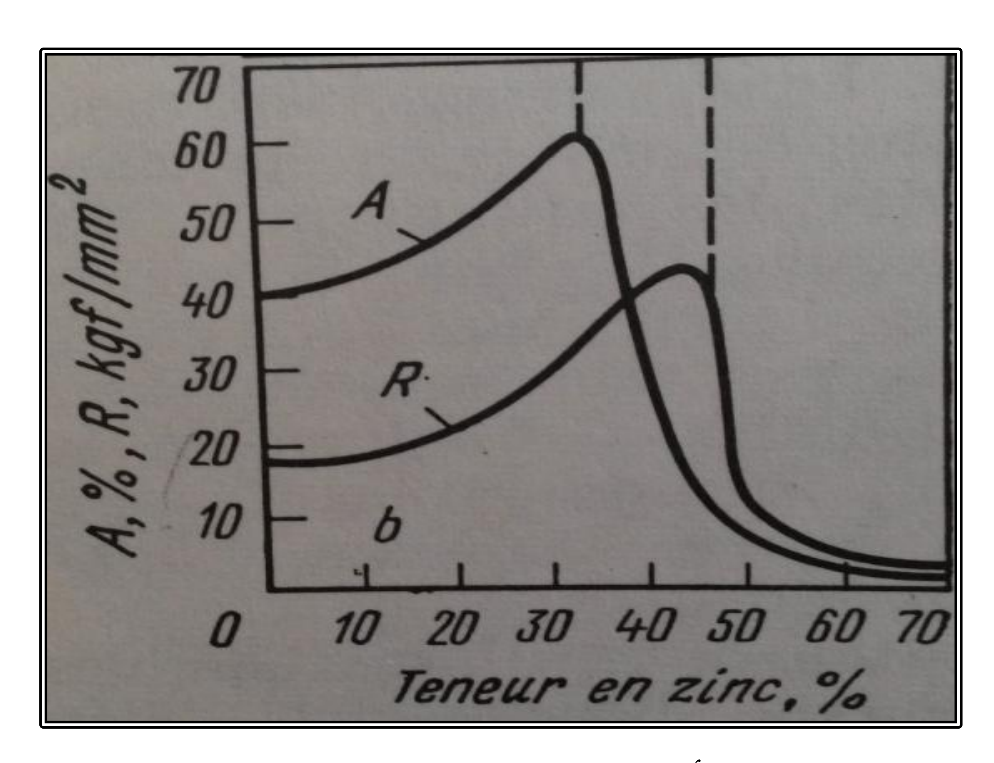


شكل.32– تركيبة عينات الليطون.

تقدر أعلى نسبة للتوتياء (Zn) في تركيبة سبيكة الليطون بـ 25,5% (العينة Caisse94 N°94 تنتمي لموقع علي باشا)، في حين تقدر ادنى نسبة له بـ 7,3% (العينة 19I N° 40 و التي تنتمي لموقع لقسنطينة و ضواحيها).

لا تتأثر الخصائص الميكانيكية لليطون بارتفاع نسبة التوتياء فيه، كما هو الحال بالنسبة للقصدير في البرونز، خاصة إذا كانت نسبة التوتياء أقل من 20%، حيث تكون قابلية تشوه المعدن جيدة، مثل ما هو الحال عند النحاس. (M. Picon, et Al., 1966, p. 191)

و كما نلاحظ في الشكل. 33، كلما زادت نسبة التوتياء (Zn) في المعدن، كلما ارتفعت مقاومته(R)، و كلما أصبحت خاصية التمدد(A) أعلى، و ينتج عنه قابلية للتشويه أحسن، عكس ما يحدث عند ارتفاع نسبة القصدير في البرونز. (Lakhtine I., 1978, p. 399)



شكل.33- رسم بياني لتأثير نسبة التوتياء على الخصائص الميكانيكية للنحاس (I. Lakhtine, 1978, p. 398)

(A)تعبر عن خاصية الامتداد.

(R)تعبر عن خاصية المقاومة.

تتميز هذه السبائك كذلك بقدرة جيدة للقولبة خاصة بوجود 25% من التوتياء، و كلما زادت هذه النسبة في المعدن كلما انخفضت درجة انصهارها، حيث يذوب المعدن في درجة 1050°م بوجود 20% من التوتياء، و تتقلص نقطة الانصهار إلى 950°م بوجود 30%.

أما فيما يتعلق بلون السبيكة، تكون قريبة من لون النحاس في حوالي 10% من التوتياء، و تتحول إلى اللون الذهبي بين 15 و 20%، لتصبح ذهبية–مخضرة في وجود نسبة 25% منه، و تعود إلى اللون الذهبي الفاتح ابتداء من 40% من التوتياء (M. Picon, et Al., 1966, p. 191).

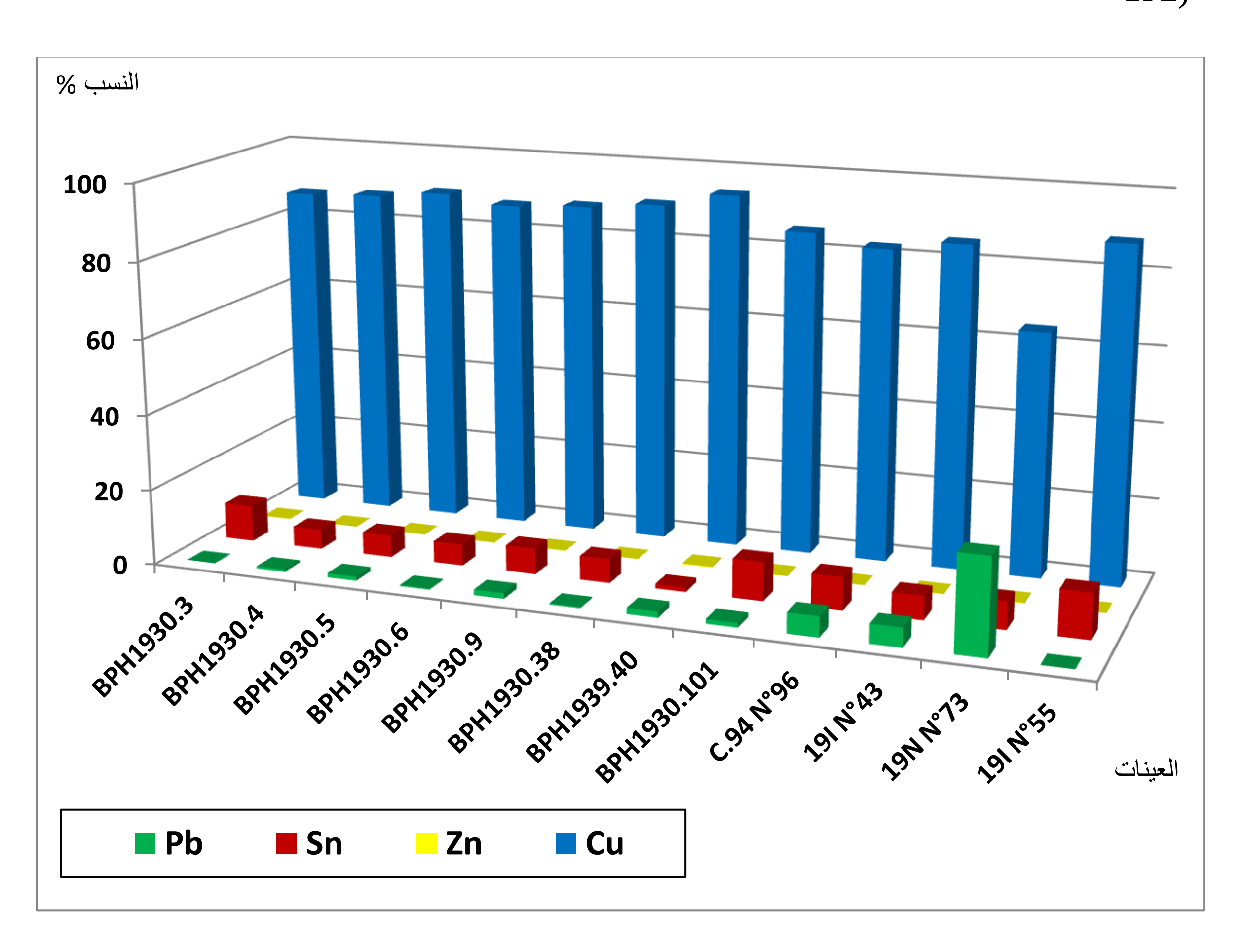
4– الرصاص و تأثيره على السبائك:

من خلال قراءة جدول التركيبة الكيميائية (جدول. 19، ص.156)، يتضح لنا وجود عنصر الرصاص (Pb) بنسب معتبرة في بعض العينات، و قد ثبت وجوده سواء في السبائك البرونزية (الشكل.34) أو الليطون (الشكل.35)، و كأن الإنسان حاول تعويض نقص عنصر القصدير، أو التوتياء بهدف الاقتصاد (C. Volfovsky, 2001, p. 16)، و تسهيل أكثر مهمة التعدين، فوجوده في السبيكة، يساهم في تخفيض درجة انصهار النحاس (تقدر درجة ذوبان الرصاص بـ 327°م)، كما ينتج عنه سيولة عالية لتشكيل الأدوات بالقولبة. (I. Lakhtine, 1978, p. 395)، لكنه ينتشر في الهيكلة كعنصر دخيل، لأن النحاس (Cu) و الرصاص لا يتوافقان، و يمكن شرح هذه الظاهرة كما يلي:

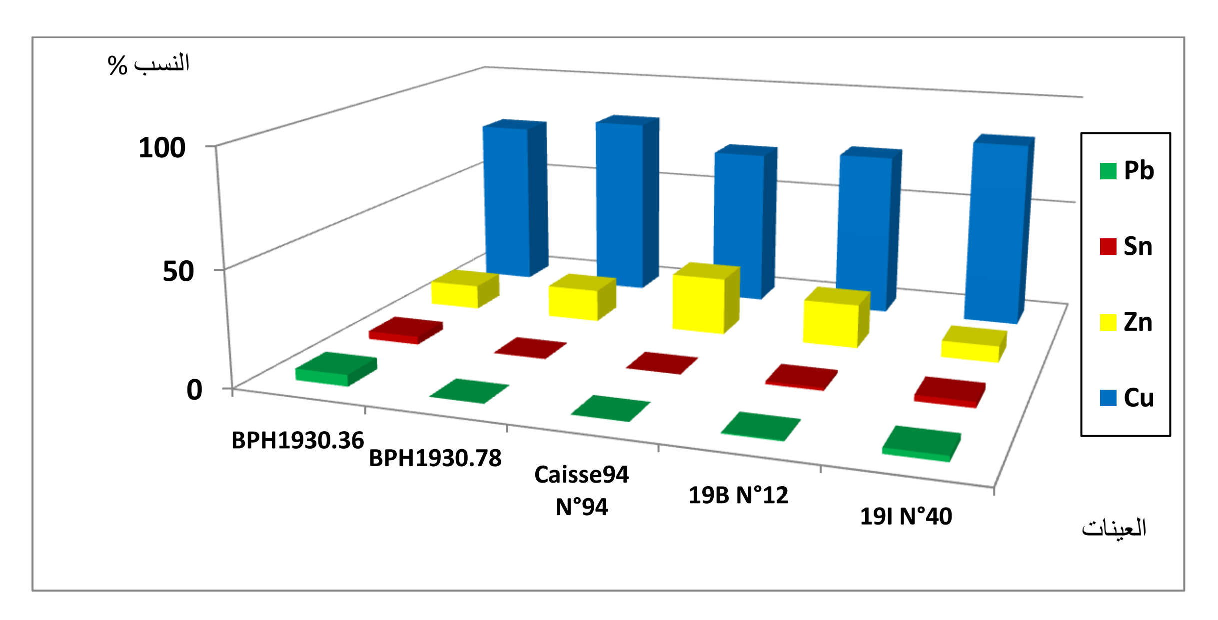
عندما تكون سبيكة البرونز أو الليطون، في حالة سائلة يكون الرصاص سائلا و منسجما مع الكتلة، و مع بداية تصلب المزيج ما بين 800 و 1000°م مثلا، تتشكل اولى الحبيبات (Les Cristaux ou Les Grains) التي تكون غنية بالنحاس و تقريبا خالية من الرصاص، و مع مرور الوقت ينفصل الرصاص تدريجيا عن السبيكة، بحكم اختلاف كثافتهما، مشكلا كريات متفاوتة الأحجام، التي تنعزل داخل وصل الحبيبات، و كلما

كانت نسبة الرصاص عالية، كلما كانت الهيكلة حافلة بهذه الكتل، مما يؤدي إلى صعوبة تشكيل الأداة باستعمال عملية الطرق، بسبب كريات الرصاص التي تعرقل تجاوب المعدن مع الحركة.

و من بين الخصائص التي تتميز بها كذلك المعادن الغنية بالرصاص هي سهولة ثقبها، او تقشيرها باستعمال ازميل و هذا بفضل الهيكلة الغير متجانسة و المتقطعة بسبب كريات الرصاص التي تشكل مناطق ضعيفة في الهيكلة. (M. Picon, et Al., 1966, p. 192)



شكل.34- توزيع الرصاص على السبائك البرونزية.



شكل.35- توزيع الرصاص على سبائك الليطون.

يوضح الشكلين، أن وجود الرصاص في السبائك البرونزية أكثر أهمية من وجوده في سبائك الليطون، حيث تكون نسبة الرصاص في هذا الأخير معتبرة في العينتان التي تشكلان سبيكة رباعية (BPH1930.36 و 19I N°40)، و من المحتمل ان يكون وجود الرصاص بنسبة 2 % في السبيكة كشوائب تأتي مع النحاس و ليس كعنصر مضاف (M. Pernot, 1998, p. 124)

5 – أهمية الشوائب:

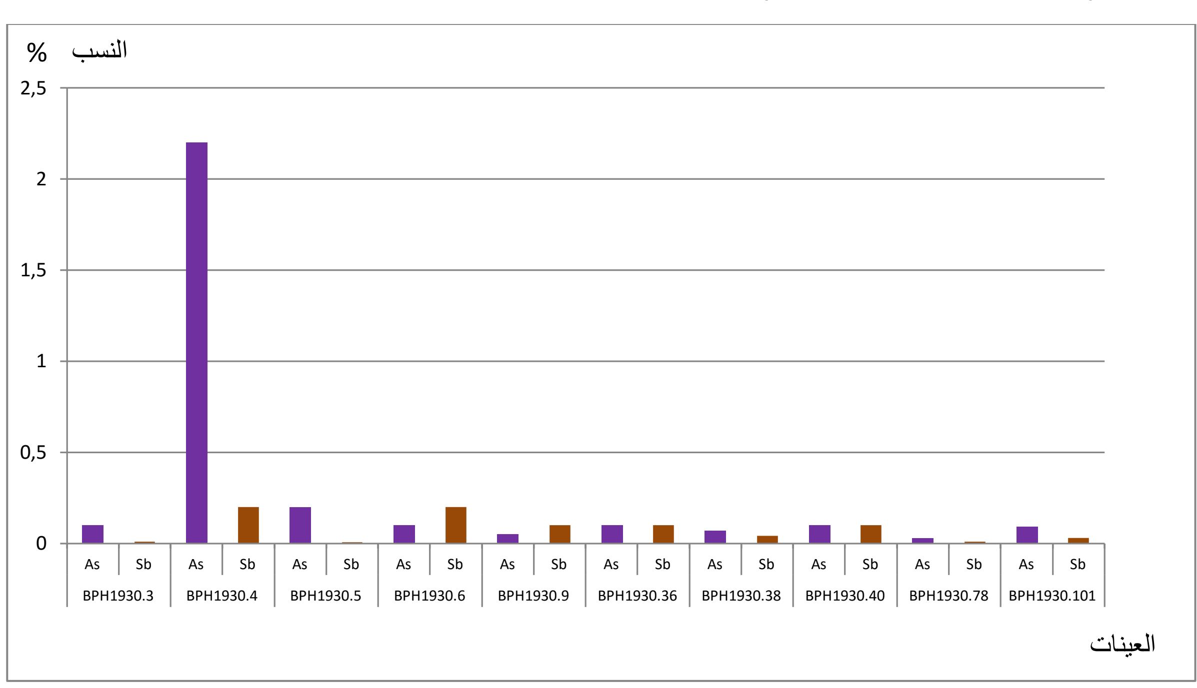
فيما يخص تحليل العناصر الأخرى، والشوائب التي تتكون منها العينات (جدول.19 ص.156)، فهي عبارة عن مؤشرات تساعدنا بالدرجة الأولى، في محاولة تحديد نوع الفلزات التي استعملها الإنسان للحصول على أدواته، وهذا ما يسمح لنا بالرجوع إلى نقطة الانطلاق.

و قد تميز بعض الشوائب نوع معين من الفلزات النحاسية، فبوجود عنصري الزرنيخ (As)، و الأثمد (Sb) مثلا في أيّة سبيكة يدل على استعمال الإنسان لفلز خاص يعرف بـ: فلز **النحاس الرمادي**، ويكون على شكل سولفورات النحاس، الذي يتكون أساسا من **التينونتيت** (Ténantite $Cu_{12}\mathbf{As}_4S_{13}$)، **و التترايدريت** (Tétraédrite $Cu_{12}\mathbf{Sb}_4S_{13}$)، أو من

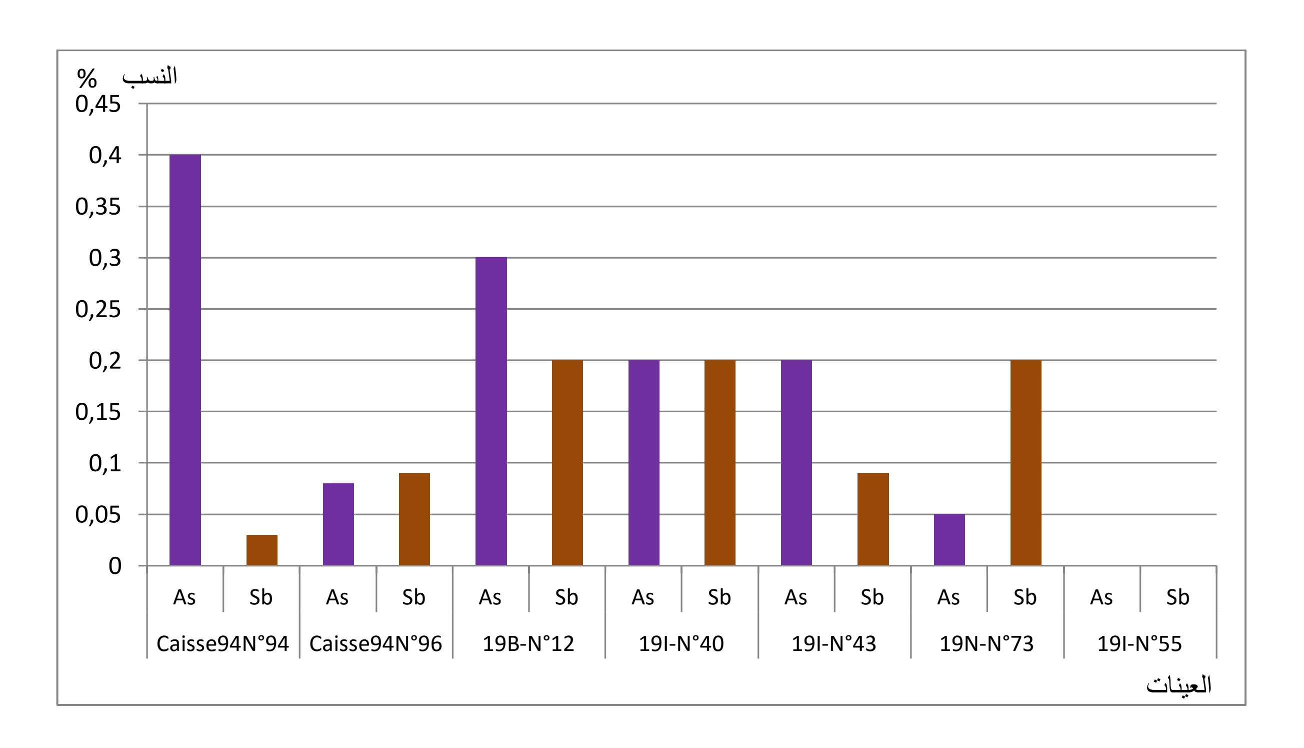
مزيج من هاذين الفلزين، اللذين نتج عنهما بما يعرف **بالنحاس الرمادي المختلط** ذو تركيبة ($Cu_{12}(\mathbf{As,Sb})_4S_{13}$)، و هو كثير الانتشار في الطبيعة.

تدخل في تركيبة هذه الفلزات الرمادية عناصر أخرى، أهمها الحديد (Fe)، والفضة (Ag)، والتوتياء (Zn)، والكبريت (S)، و غيرها. (A. Bétekhtine, 1968, p. 260)

و بظهور عنصر الزرنيخ (As)، والأثمد (Sb)، في تركيبة معظم العينات التي قمنا بتحليلها (شكل.36، 37)، فإننا نرجح استعمال الإنسان للنحاس الرمادي (cuivre gris) في صناعة تلك الأدوات، خاصة عندما نجد في تركيبة العينات، العناصر الأخرى المميزة للفلز كالحديد، والفضة، وغيرها.



شكل.36- توزيع عنصر الزرنيخ و الإثمد على عينات متحف الباردو.



شكل.37- توزيع عنصر الزرنيخ و الإثمد على عينات متحف سيرتا.

و عليه يمكننا استنتاج أن فلز النحاس الذي استعمل في تشكيل معظم أدوات دولمانات بني مسوس، و أدوات متحف سيرتا، ناتج عن استعمال الإنسان لفلز النحاس الرمادي المشكل من التينونتيت و التيترايدريت، و هو فلز كثير الإنتشار في المناطق الشرقية للجزائر. أما فيما يخص العينات الأخرى، فنحن نجهل في الوقت الراهن نوع الفلز المستعمل، و أنجع الطريقة للتأكد من ذلك، هو القيام بالتجارب، وذلك بإرجاع فلزات نحاسية مختلفة، ومقارنتها مع نتائج تركيبة هذه العينات.

6 - مقارنة التركيبة الكيميائية للعينات مع التحاليل السابقة:

تمت مقارنة التركيبة المحصل عليها في دراستنا، مع تلك التي قام بها الباحثون سابقا، و نشير إلى أننا نجهل تماما طبيعة هذه التحاليل القديمة التي طبقت في معظمها الطريقة الكيميائية.

أما بالنسبة للتحاليل التي قمنا بها في 2002، التي تتمثل في سبيكة النحاس و الألمنيوم بالنسبة لعينات متحف الباردو، وتركيبة سبيكة الليطون، وسبيكة نحاس–فضة،

وأدوات نحاسية بالنسبة لأدوات متحف سيرتا، فهي تتناقض مع نتائج التحاليل الحالية، وكذا مع تلك التي قام بها الباحثون من قبل، و هذا ما يؤكد التأخر الكبير الذي تعانيه بلادنا في الميادين الأركيومترية.

أ- دولمانات قاستال:

أقيمت سابقا تحاليل بطلب من الباحث كامبس في مقبرة قاستال (Camps G., 1952, p. 544)، و بمقارنتها مع نتائج التحاليل التي قمنا بها حاليا لنفس الموقع و المتمثلة في العينة (BPH1930. 78) تحصلنا على مايلي:

العناصر (%)	قـــاســتـــال	
	1952	**2015**
Cu	93,8	81,8
Sn	6,2	0,2
Zn	_	14,4
Al	_	0
عناصر أخرى	_	3,6

جدول.21- مقارنة التحاليل السابقة مع التحاليل الجديدة لموقع قاستال.

تختلف نتائج التحاليل التي قمنا بها، و التي تمثلت في سبيكة الليطون، مع تحليل الباحث كامبس، المتكونة من سبيكة البرونز، و تقترب هذه التركيبة أكثر من بعض نتائج تحاليل أدوات بني مسوس التي تحصلنا عليها.

ب- مقبرة بونوارة:

دائما بطلب من الباحث كامبس أقيمت تحاليل في بونوارة (Camps G., Camps F. H., 1964, p. 72)، و مع مقارنتها بالتركيبة المحصل عليها حاليا الممثلة في العينة (BPH1930.101) نجد:

العناصر (%)	بــو نـــوارة (1964)		بــو نـــوارة (2015)
	السوار	الخاتم	
Cu	80	87	85,5
Sn	20	13	10,2
Zn	_	_	0
Al	_	_	<0,1
عناصر أخرى	_	_	<4,2

جدول.22– مقارنة التحاليل السابقة مع التحاليل الجديدة لموقع بونوارة.

نلاحظ أن تحاليل 2015 تتناسب مع تلك التي قام بها الباحث كامبس، الذي وجد هو الآخر سبيكة البرونز، وبمقارنة النسب نجد أنها تقترب أكثر من التحاليل السابق للخاتم.

ت- **مقبرة الركنية:**

لم نتمكن من أخذ عينة من أداة موقع الركنية المحفوظة في متحف الباردو، لأنها قطعة واحدة و كاملة، مما استحال علينا أخذ عينة منها، وبذلك استندنا الى التحاليل السابقة على أدوات نجهل نمطها، أجريت بطلب من مكتشفيها الباحثان فيدرب (Faidherbe)، و بورقينيات (Bourguignat)، و أعطت النتائج التالية (J. R. Bourguignat, 1869, p. 194).

العناصر (%)	الــركــنـــيـــة		
	تحاليل فيدرب (1867)	تحاليل بورقينيات (1868)	تحاليل بورقينيات
Cu	86,80	90,74	86,68
Sn	10,90	8,92	12,67
Fe و عناصر أخرى.	2,30	0,34	0,65

جدول.23- التحاليل السابقة لموقع الركنية.

وبمقارنة هذه التحاليل مع المواقع السابقة، نلاحظ أن التركيبة الكيميائية لهذا الموقع، تشبه تلك التي تحصلنا عليها في موقع بني مسوس، وموقع بونوارة.

كما قام الباحث بورهيس(M.J.Bourhis)، بمقارنة نتائج التركيبة الكيميائية السابقة لأدوات الركنية و بونوارة، مع فأس واد عكرش (Sn: 10%)، وقد لاحظ تقارب كبير بينهم، وبالمقابل استنتج وجود اختلاف كبير مع هذا الفأس ونتائج تحاليل فأس موقع كولومناتة بتيارت الذي أقيم بطلب من الباحث كادنة (P. Cadenat, 1956) و الذي تحصل على التركيبة التالية: (Cu: 91,80، Sn: 7,60 و عناصر أخرى)، و أدوات بني مسوس و قاستال. (P.R. Giot, G. Souville, 1964, p. 306)

و حسب نفس الباحث دائما، فقد استعمل الحرفي فلز النحاس الأسمر (cuivre gris)، في معظم الحالات، أين تكون نسبة الزرنيخ مع وجود الفضة أكثر من الأثمد.

ث- دولمانات بني مسوس:

كانت أولى التحاليل التي أقيمت على هذه المقبرة، سنة 1883 من طرف الباحث روغنول (F. Regnault, 1883, p. 16)، و أقيمت تحاليل أخرى بطلب من

الباحث كامبس سنة 1952 (G. Camps, 1961, p. 438)، بالإضافة إلى التحاليل التي قمنا بها، و بمقارنة كل هذه التراكيب نجد:

العناصر (%)	بـنــي مـســوس			بـنــي مـســوس 2015		
	1883	1952	1952	BPH1930.3	BPH1930.9	BPH1930.6
Cu	90	93	94,2	86,9	88,3	87,3
Sn	9,3	6,9	5,5	9,6	6,9	5,7
Al	_	_	_	0	0	0
عناصر أخرى	0,7	0,1	0,3	3.5	4,8	7

جدول.24- مقارنة التحاليل السابقة مع التحاليل الجديدة لموقع بني مسوس.

تتشابه بعض التحاليل التي تحصلنا عليها لعينات موقع بني مسوس، مع تلك التي قام بها الباحثين سابقا، فهي تعبر كلها على سبيكة البرونز بنسب متقاربة جدا لعنصر القصدير، و حسب كامبس، تتقارب النسب الموجودة ببني مسوس أكثر مع تحليل قاستال (Camps G., 1952, p. 544).

نشير كذلك إلى وجود تحاليل أخرى قام بها بعض الباحثين سابقا، على أدوات وجدت في مواقع من المنطقة الوسطى، و الغربية للجزائر، إلا أنها كانت قليلة، و هي على النحو التالي:

- موقع مفتاح Rivet سابقا(البليدة): بطلب من الباحث ريكارد (Guerin Ricard) الذي قام بتحليل إحدى الأساور التي عثر عليها بالمقبرة، (H. Gérin-Ricad, 1930-1931, p. 637) و تحصل على ما يلي:

Cu : 77,75%, **Zn :** 20,57%, **Sn :** 0,88%, **Pb :** 0,32%, **Fe :** 0,34%

- موقع رأس شنوة (تيبازة): أقيمت تحاليل على عينة من خنجر رأس شنوة، و إتضح أنه مشكل من سبيكة طبيعية (G. Camps, P. R. Giot, 1960, p. 273) هي:

Cu : 99 %, **As :** 1 %, et des traces (0,01-0,05%) de Sb, Sn, Fe, Pb, Ni, Ag .

- موقع الجبال الحمراء(شلف): بطلب من كامبس، قام الباحث جيو (P. R. Giot) بتحليل أحد الأساور التي عثر عليها قريك (M. Greek) في المنطقة (G. Camps, 1963, p. 175)، و أعطت النتائج التالية:

Cu : 77,75%, **Sn :** 2,55%, **Zn :** 1%,**Pb :** 0,87%, **Sb :** 0,145%

- موقع كولومناتة (تيارت): قام الباحث كادنا بتحليل الفأس الذي عثر عليه سنة 1956 (Cadenat P., 1956, p. 284). ، و كشفت على التركيبة التالية:

Cu : 91,80%, **Sn :** 7,60%, **Fe :** 0,10%, **Sb :** 0,02%, et impuretés

III - الدراسة الميتالوغرافية:

تحتفظ الكثير من المعادن على مستوى هيكلتها المجهرية على آثار المعالجات الميكانيكية و الحرارية التي تعرضت لها أثناء تشكيلها، و للكشف عن مختلف هذه المعالجات، يلجأ الباحث إلى وسيلة الميتالوغرافيا(la Métallographie) (H. Bocoum, et All, 1988, p. 57)، و ذلك باستعمال جهاز خاص يعرف بالمعدغراف أو الميتالوغراف (صورة.3، ص.20)، الذي يسمح بمشاهدة تفاصيل الهيكلة المجهرية للعينة (صور و أشكال من ص.22 إلى 29). و قد استلزم أولا تحضير ميتالوغرافي للعينات و عرضها على كاشف كيميائي خاص بالنحاس و سبائكه يعرف بـ chlorure ferrique et acide hydrochlorhydrique en éthanol.

طبقت هذه التجربة على عينات متحفي سيرتا و الباردو، لتحديد السلسلة العملية التي انتهجها الحرفي في تشكيل هذه الأدوات، و قد تم عرض الصور المجهرية المحصل عليها، في البطاقات التقنية التي نجدها مباشرة بعد تجربتي الصلابة المجهرية و نقطة انصهار المعدن، و أرفقنا هذه الصور بشرح، و استخلاص أهم التقنيات التي تمكنا من ملاحظتها.

IV- / دراسة الصلابة المجهرية للعينات:

تم قياس صلابة العينات باستعمال تجربة فيكرس(H_V) (صورة.9، ص.30) و الهدف منها تحديد نسبة صلابة سطع كل عينة، و محاولة ربطها بتركيبتها الكيميائية و خاصة بتقنية تشكيلها.

نشير إلى أن صلابة أي معدن، تختلف باختلاف تركيبته الكيميائية، فبالنسبة للبرونز مثلا، فكلما زادت نسبة القصدير فيه، كلما ازدادت صلابته (A. Lehoërff, 1999, p. 790).

كما أن عملية الطرق و المعالجات التي تطبق على الأداة، تؤثر على درجة صلابة المعدن (H. Bocoum, et All, 1988, p. 57) ، فالقطعة التي تشكلت بتقنية القولبة (ذات صب خام) تكون صلابتها ضعيفة، تعادل تقريبا H_V60، لكن عند طرقها بشكل مكثف (ecrouissage) (تشويه ميكانيكي) تزداد صلابتها و تنتقل من H_V60 إلى H_V140 (J. P. Mohen, 1990, p. 49)، لكن بتعريضها للتلدين (معالجة حرارية) تنخفض نسبة صلابتها مجددا (جدول.1 ص.31).

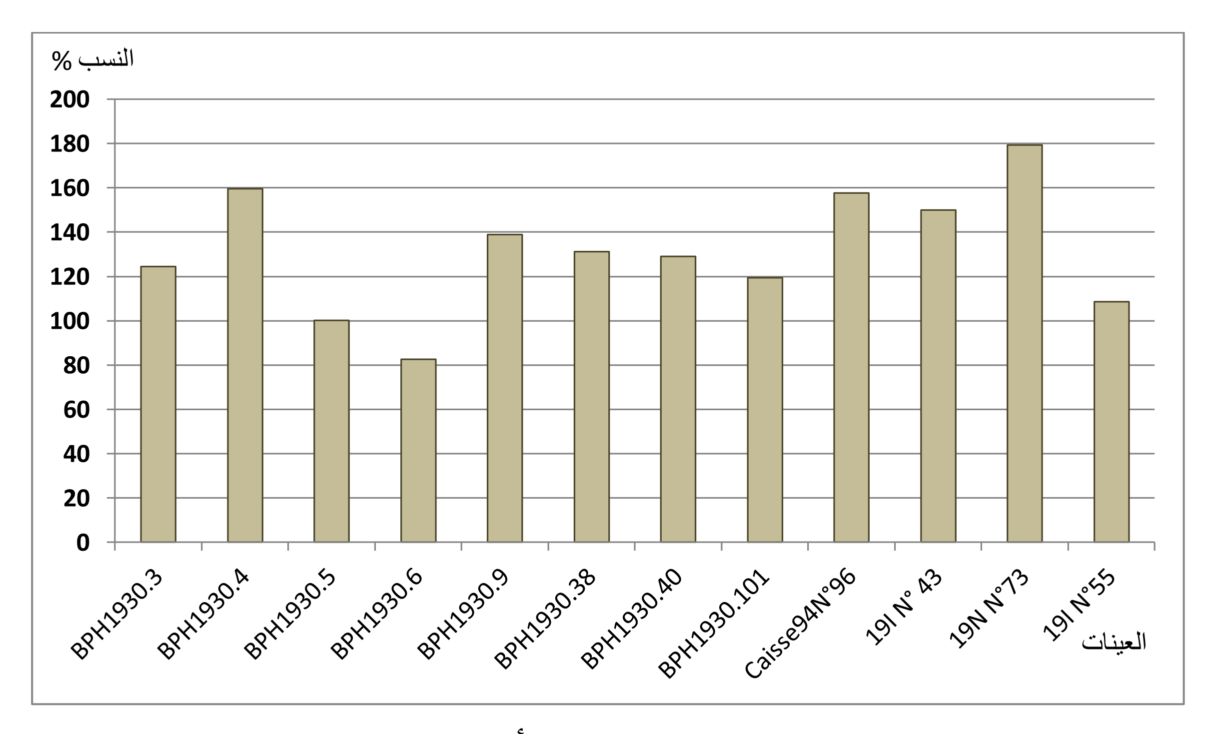
و هناك معالجات أخرى تؤثر أكثر على صلابة القطعة، كالسقاية (La Trempe) مثلا أي التبريد السريع للمعدن الساخن، الذي يمنح لها صلابة عالية.

أما بالنسبة لصلابة عينات متحفي الباردو و سيرتا، تم تسجيل النتائج كالتالي:

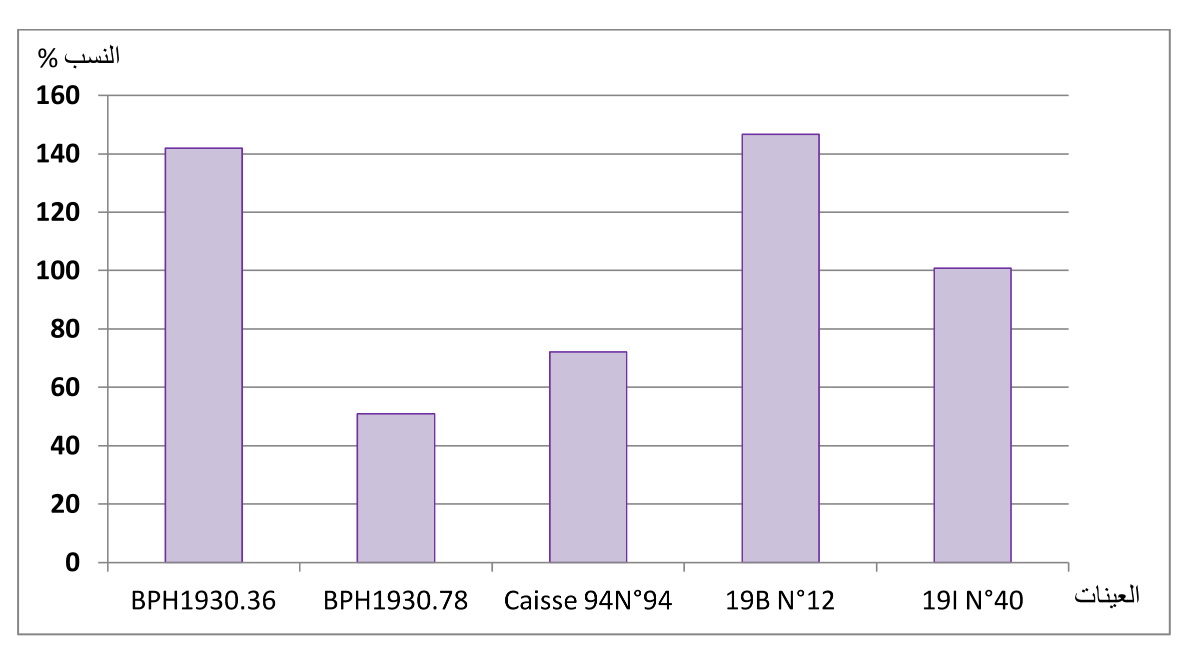
<table>
<tr><th>رقم العينة</th><th>جرد العينة</th><th colspan="4">الصلابة حسب سلم H_V (Vickers)</th><th>نوع السبيكة</th></tr>
<tr><th colspan="7">عينات متحف الباردو</th></tr>
<tr><td>1</td><td>BPH1930.3</td><td colspan="4">124.7</td><td rowspan="8">برونز</td></tr>
<tr><td>2</td><td>BPH1930.4</td><td colspan="4">159.4</td></tr>
<tr><td>3</td><td>BPH1930.5</td><td colspan="4">100.2</td></tr>
<tr><td>4</td><td>BPH1930.6</td><td colspan="4">82.7</td></tr>
<tr><td>5</td><td>BPH1930.9</td><td colspan="4">138.8</td></tr>
<tr><td>6</td><td>BPH1930.38</td><td colspan="4">131.1</td></tr>
<tr><td>7</td><td>BPH1930.40</td><td colspan="4">129</td></tr>
<tr><td>8</td><td>BPH1930.101</td><td colspan="4">119.4</td></tr>
<tr><td>9</td><td>BPH1930.36</td><td colspan="4">141.9</td><td rowspan="2">ليطون</td></tr>
<tr><td>10</td><td>BPH1930.78</td><td colspan="4">50.9</td></tr>
<tr><th colspan="7">عينات متحف سيرتا</th></tr>
<tr><td>1</td><td>19I-N°55</td><td colspan="4">108.7</td><td rowspan="4">برونز</td></tr>
<tr><td>2</td><td>19N-N°73</td><td colspan="4">179.4</td></tr>
<tr><td>3</td><td>19I-N°43</td><td colspan="4">150</td></tr>
<tr><td>4</td><td>Caisse 94N°96</td><td>153.9</td><td>147.7</td><td>152.1</td><td>133.6</td></tr>
<tr><td>5</td><td>19I-N°40</td><td colspan="4">100.9</td><td rowspan="3">ليطون</td></tr>
<tr><td>6</td><td>19B-N°12</td><td colspan="4">146.7</td></tr>
<tr><td>7</td><td>Caisse 94N°94</td><td colspan="4">72.2</td></tr>
</table>

جدول.25– الصلابة المجهرية للعينات حسب H_V.

بعد تحليل الجدول، استنتجنا أن الاختلاف الموجود في صلابة العينات له علاقة بنوع السبيكة المشكلة لها، لكنه مربوط أكثر بمختلف المعالجات الميكانيكية و الحرارية للعينات، و يمكن ملاحظة ذلك في الشكلين 38 و 39 الموالیين.



شكل.38- صلابة الأدوات البرونزية.



شكل.39- صلابة الأدوات الليطونية.

- تتميز معظم الأدوات بصلابة مرتفعة نوعا ما، تتراوح بين (100 إلى 160 H_V) و هذا راجع أولا لوجود القصدير في معظم العينات، الذي يعمل على رفع صلابة المعدن(M. Pernot, 1998, p. 125) ، و بمقارنتها مع جدول نماذج الصلابة (أنظر ص.31)، نحتمل ان الإنسان قام بتسخين القطعة لتشكيلها ثم طرقها بصفة متكررة، و كانت عملية الطرق كآخر خطوة قام بها، مما ساعد على رفع صلابة المعدن (M. Pernot, 2002, p. 104).

- أما بالنسبة للعينة ذات صلابة: 179,4 H_V ، فإلى جانب احتوائها على 7,3% من القصدير الذي يكسبها صلابة أكثر، مع إحتمال إستعمال الطرق المكثف كآخر عملية، ساهمت في رفع صلابة سطع العينة.

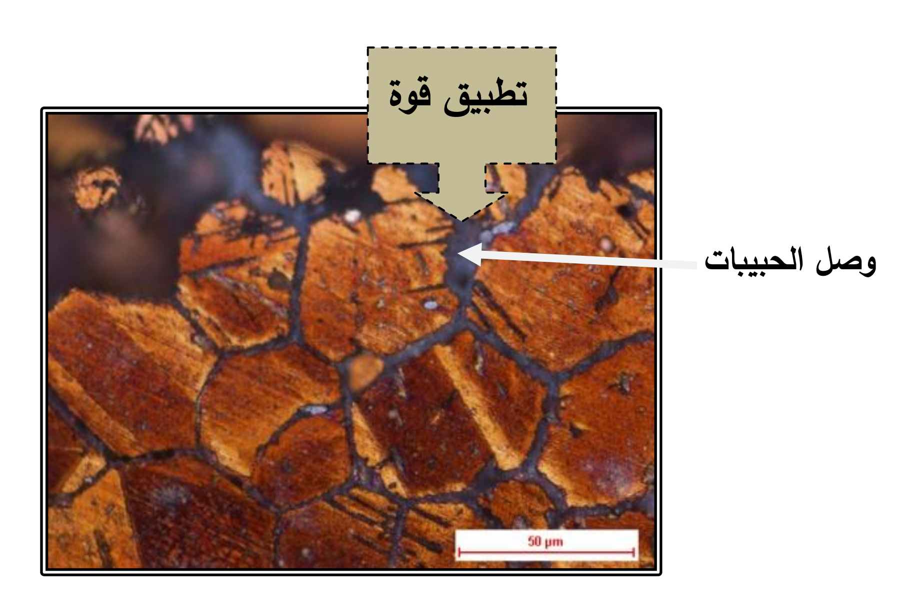
- تسجيل في بعض الأدوات صلابة منخفضة (ما بين 50 إلى 80 H_V) وتعبر هذه الصلابة عن استعمال معالجة حرارية كآخر عملية، أو راجع إلى تقنية تشكيل الأداة، مما يفسر الليونة الكبيرة للمعدن.

كما يمكن لصلابة عينة أن تكون مختلفة من نقطة لأخرى، خاصة فيما يتعلق بالأدوات الأثرية التي تعرف بعدم تجانسها، و احتواءها على نسبة معتبرة من العناصر الدخيلة التي تِؤثر كثيرا على النتائج، وهذا ما نلاحظه في العينة Caisse94N°96 من الجدول 25، حيث تختلف صلابتها من نقطة لأخرى مما يؤكد عدم تجانس المعدن.

ملاحظة:

يتطلب حساب صلابة معدن ما، اختيار المكان المناسب الذي يجب قياسه و الذي بإمكانه أن يؤثر على النتيجة، و خير مثال على ذلك هو تحديد صلابة معدن في وصل حبيباته (الصورة.39)، مع العلم أن هذه الأخيرة تعبر عن عيوب، و فراغات هشة موجودة في الهيكلة البلورية للمعدن، و لا تعبر القيمة المحصل عليها عن الصلابة الحقيقية

للمعدن، و لتجنب الوقوع في هذا الخطأ، يستحسن القيام بعدة تجارب في نقاط مختلفة للعينة، و حساب متوسط هذه القيم لتحديد الصلابة الحقيقية للمعدن (H. Bocoum, et All, 1988, p. 58).



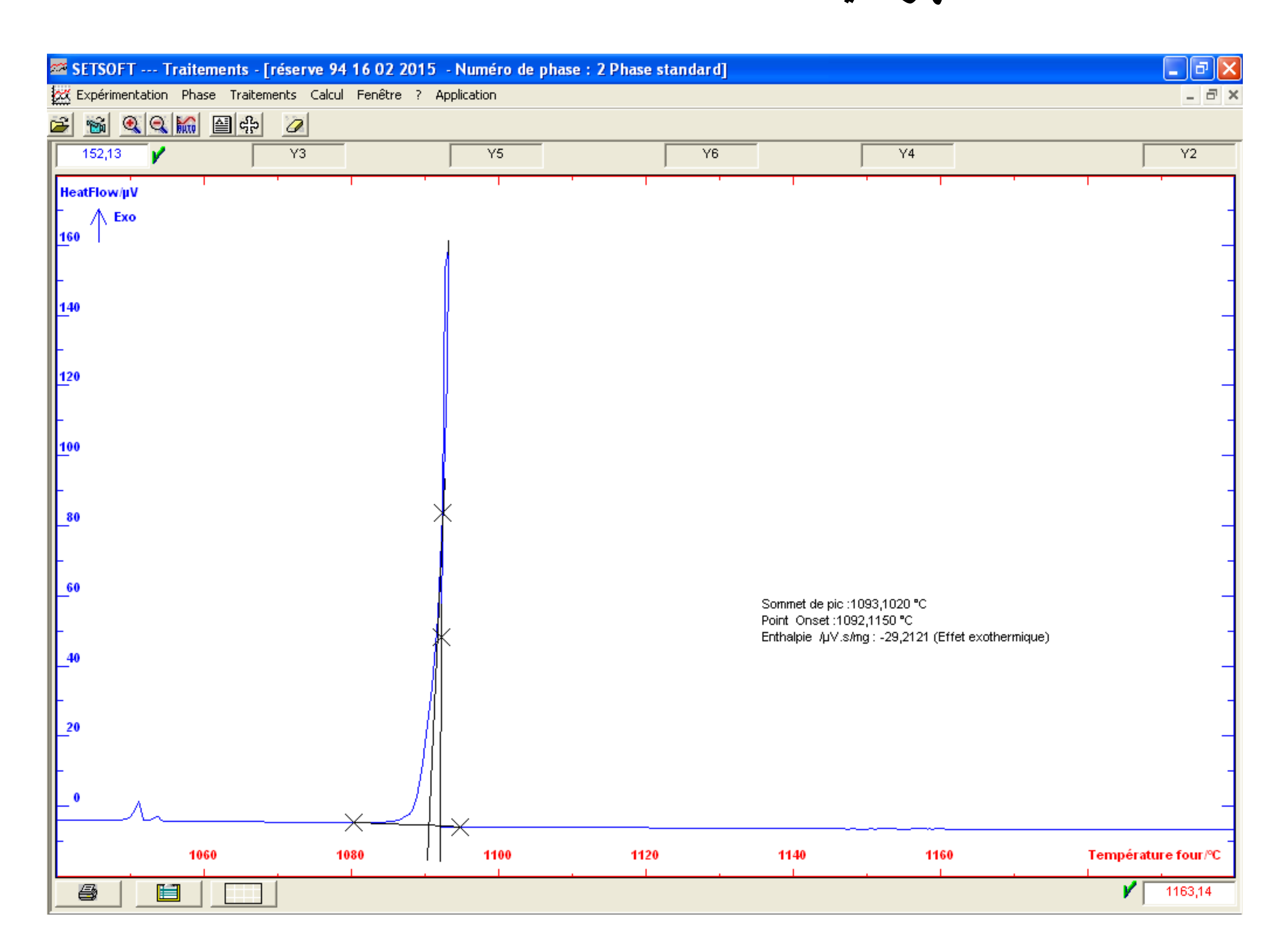
صورة.39- تطبيق الصلابة في وصل الحبيبات.

V – دراسة نقطة الانصهار:

تكمن أهمية هذه التجربة في محاولة التعرف على الدرجات الحرارية التي يمكن للإنسان تحقيقها، للوصول إلى نقطة انصهار المعدن، و لمعرفة ذلك استعملنا جهاز خاص يعرف: بجهاز تحليل الحرارة المتغيرة A.T.D (Analyse Thermique Différentielle) (صورة. 10 ص.32)

و بحكم طبيعة هذه العملية، التي تتطلب ذوبان العينة و اتلافها نهائيا، اكتفينا بعرض عينتين فقط على الجهاز، الأولى عبارة عن سبيكة الليطون (Caisse94N°94)، و العينة الثانية تمثل سبيكة البرونز (Caisse94N°96).

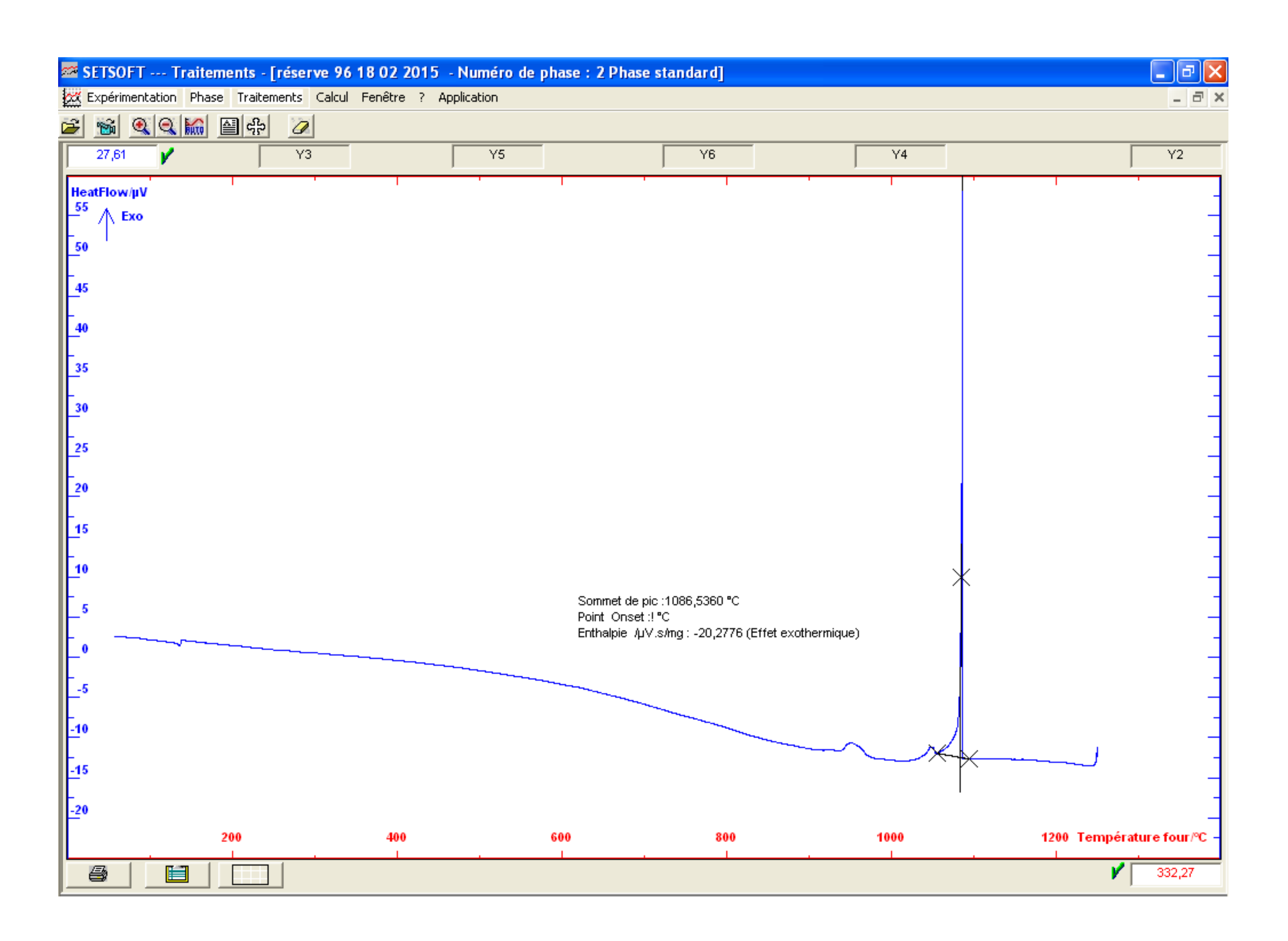
أ– نقطة انصهار العينة Caisse94N°94:



شكل.40– رسم بياني لنقطة انصهار العينة Caisse94N°94.

يتضح من خلال الشكل 40: أن نقطة انصهار العينة تقدر بـ 1093°م، و هي تقترب من درجة انصهار معدن النحاس (1084°)، مع العلم أن هذه العينة مكونة من سبيكة الليطون، التي تحتوي على 70,7% من النحاس، و 25,5% من التوتياء (Zn). نشير إلى أن عنصر الرصاص الذي يلعب دور المذوب هو تقريبا منعدم في هذه السبيكة، بالإضافة إلى احتواء هذه الأخيرة على أكاسيد التي تتطلب درجات عالية للإنصهار، اكبر من درجة إنصهار النحاس، لذلك نرجح ذوبان هذا المعدن في درجة حرارية مقاربة لنقطة انصهار النحاس.

ب- نقطة انصهار العينة Caisse94N°96:



شكل. 41- رسم بياني لنقطة انصهار العينة Caisse94N°96.

تقدر نقطة انصهار هذه العينة بـ 1086°م (شكل.41)، و هي الأخرى درجة قريبة جدا من نقطة انصهار النحاس، و عند مقارنة هذه الدرجة بتركيبة هذه العينة المكونة من سبيكة البرونز، ذات نسبة عالية من النحاس(Cu) بـ 82,6% و 8,7% من القصدير (Sn)، و 5,4% من الرصاص (Pb)، نجد أن هذه الدرجة عالية نوعا ما، مقارنة مع الدرجة التي كنا نتوقعها، و هذا رغم وجود عنصري القصدير و الرصاص، مع العلم أنه من مميزات هذين العنصرين هي تخفيض نقطة الانصهار. وللإجابة عن ذلك يجب القيام بفحوصات، ومحاولات مستقبلية أخرى للوصول الى تفسير ادق.

VI- عرض البطاقات التقنية:

لنتمكن من قراءة واضحة و بسيطة لكل هذه التجارب، فضلنا تقديم المعطيات المنبثقة من هذه الدراسة، على شكل بطاقات تقنية كما يلي:

البطاقة رقم 1	
رقم جرد العينة (قبل 2003)	BPX 12
رقم الجرد الجديد	BPH1930.40
مصدر القطعة	دولمانات بني مسوس
مكان الحفظ	المتحف الوطني الباردو

	التركيبة الكيميائية(%)								
	Cu	Zn	Sn	Pb	Fe	As	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
العينة BPH1930.40	93,8	0,2	1,2	1,6	0,2	0,1	0,1	0,1	2,6

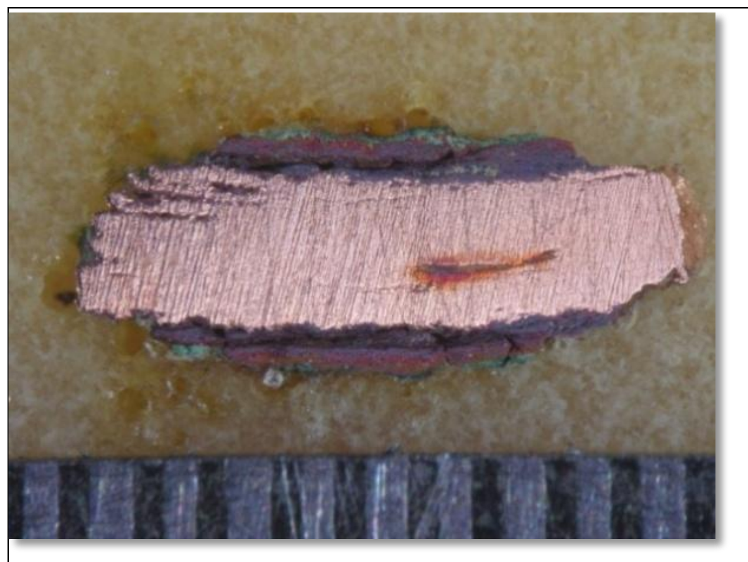
صورة 40: حلقة مفتوحة



وزن الحلقة: 2,03غ، السمك: 02 ملم، عثر عليها الباحث كوستر (Kuster) في الضفة اليمنى لمقبرة بني مسوس (دولمانات).

و هي حلقة مشكلة من سلك معدني رقيق، ذو مقطع بيضوي الشكل، نهايتيها مهشمتين.

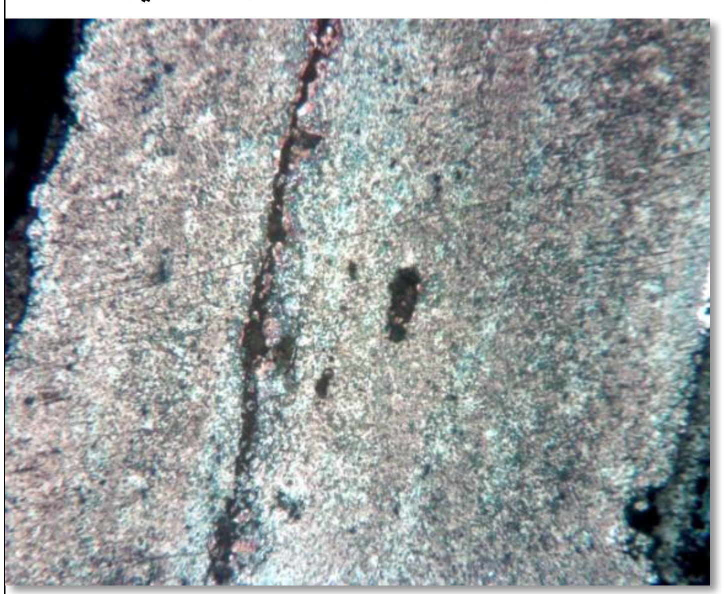
هي في حالة حفظ متوسطة بفعل تآكل المادة في بعض الأماكن، مع وجود حفر ذات لون أخضر، و أزرق بني.



صورة 41: عينة *الحلقة المفتوحة*

توضح الصورة العينة قبل تنظيفها من الأكسدة الخضراء (مالاكيت)، و الأكسدة الزرقاء (أزوريت)، التي نراها واضحة على الحواف و أكسدة بنية (كوبريت) داخل المعدن، كما تبدو الحزوز التي تنتشر على سطح القطعة.

صورة 42: صورة ماكروغرافية *للحلقة المفتوحة* (مصقولة و بدون هجوم كيميائي)



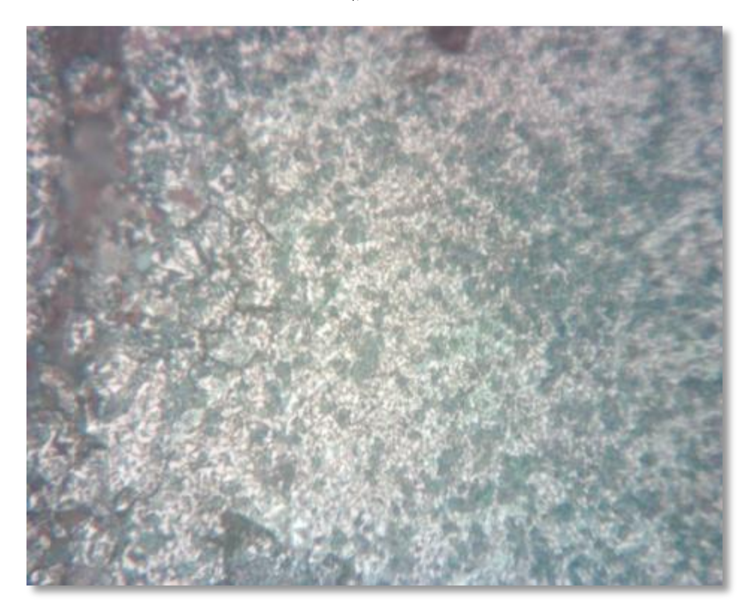
و هي تمثل سطح العينة بتكبير 100X ، نلاحظ أن الأكسدة لا تزال منتشرة على السطح رغم صقلها، و هذا لأنها توغلت داخل وصل الحبيبات، و من ثمة من الصعب التخلص منها، كما تبدو القطعة في حالة حفظ سيئة لوجود تشققات.

ويمكن أن يرجع وجود هذا الشق الطويل و العميق، إلى احتواء الأداة على حبيبات دخيلة كالرصاص أو الكبريت التي تجعلها مادة هشة خاصة إذا قام الانسان بطرقها، كما يمكن للأكسجين أن يتسبب في ذلك، خاصة إذا ارتبط مع النحاس ليشكل عنصر Cu_2O (عنصر دخيل) الذي يتفاعل عند تسخينه بوجود الهدروجين في الجو و يشكل بخار الماء بهده المعادلة الكيميائية:

$$Cu_2O + H_2 \longrightarrow 2Cu + H_2O$$

و يرافق هذا التفاعل ارتفاع حجم الأداة مما يتسبب في أضرار كتشكيل تشققات على سطحها (Lakhtine I., 1978, p. 396)

صورة 43: صورة ميكروغرافية *للحلقة المفتوحة* (بهجوم كيميائي)



أخذت هذه الصورة بواسطة ميتالوغراف بتكبير X500، نلاحظ وجود طورين، من خلال وجود لونين مختلفين، يحتوي كل واحد منهما على تركيبة خاصة، مما يفسر عدم تجانس السبيكة. كما أن شكل الحبيبات الصغيرة يدل على أنها عرفت طرقا مكثفا (écrouissage) ثم قام بتسخينها حتى يتمكن من طرقها ثانية. و قد يكون ذلك سبب آخر في إحداث الشقة. (كلما كان الطرق مكثفا، كلما زاد سطح القطعة صلابة و بالتالي تصبح القطعة هشة)

صلابة العينة (H_V)	129

استنتاج:

- تمثل هذه الأداة سبيكة ثلاثية من برونز و رصاص، هذا الأخير يلعب دور كبير في سيولة المادة و سهولة قولبتها.
- استعمل الإنسان نوع من الفلزات التي تعرف بالنحاس الرمادي (les cuivres gris) في تشكيل أداته، بدليل وجود نسبة من الزرنيخ (As) و كذا الإثمد (Sb) في التركيبة.
- تظهر الصورة الماكروسكوبية، و الصورة المجهرية أنها كثيرة الأكسدة، التي نراها متوغلة في وصل الحبيبات.
- استعمل الانسان طريقة الطرق و التلدين المتناوب.
- احتمال أن صلابة القطعة يرجع لعملية الطرق التي كانت آخر خطوة قام بها.

البطاقة رقم 2

رقم جرد العينة (قبل 2003)	BPX 33
رقم الجرد الجديد	BPH1930.3
مصدر القطعة	دولمانات بني مسوس
مكان الحفظ	متحف الباردو

	التركيبة الكيميائية (%)									
	Cu	Zn	Sn	Pb	Fe	Co	Ni	Ag	Sb-As	الشوائب الأخرى
عينة BPH1930.3	86,9	<0,09	9,6	0,05	0,2	0,07	0,2	0,04	<0,1	2,75

صورة 44: حلقة مفتوحة

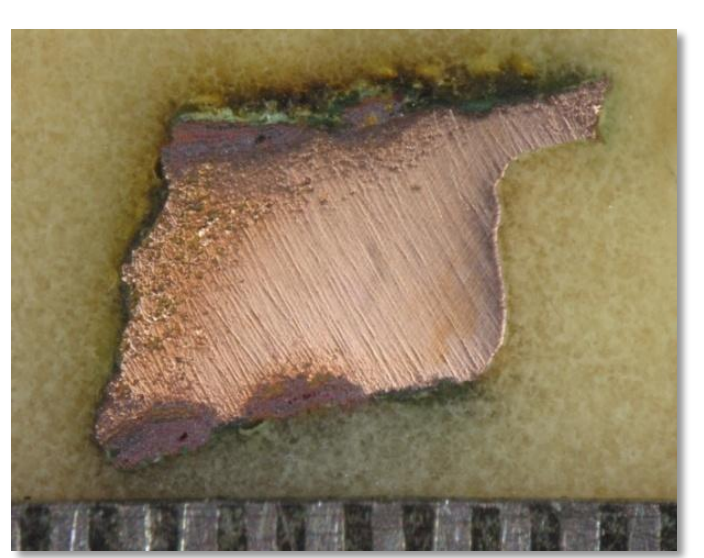
وزن الحلقة: 4,77غ، سمكها: 3,5 ملم، و قطرها: 53 ملم

حلقة مفتوحة، عثر عليها الباحث كوستر في الضفة اليمنى لمقبرة بني مسوس (دولمانات). و هي حلقة رقيقة مشكلة من سلك ذو مقطع دائري، نهايتيها مهشمتين، و مجردة من الزخرفة.



هي في حالة حفظ متوسطة، لونها بني، تحمل بقع خضراء و زرقاء .

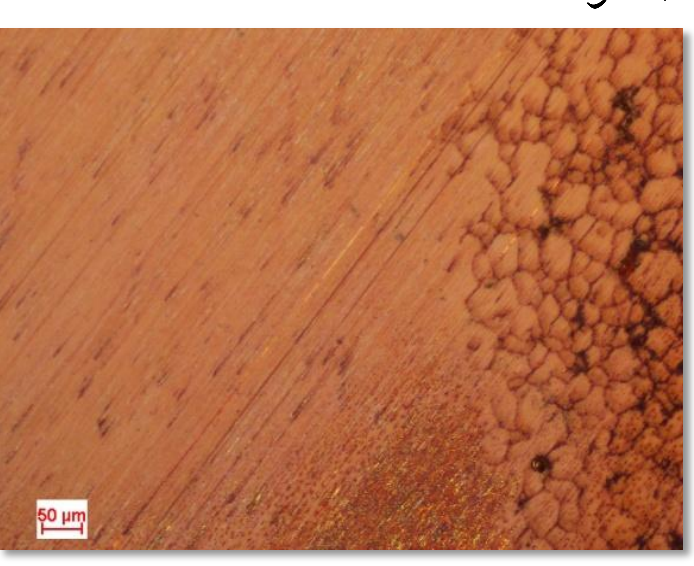
صورة 45: *عينة الحلقة المفتوحة*



صورة لسطح العينة مأخوذة بواسطة المجهر ذو عدستين دون عرضها لكاشف كيميائي، نلاحظ أكسدة خضراء أي مالاكيت و زرقاء الأزوريت متوغلتين نوعا ما داخل المعدن، كما نشاهد حفر على الحواف، تدل على عيوب أثناء القولبة

(défaut du métal quand il a été coulé)

صورة 46: صورة ماكروغرافية *للحلقة المفتوحة*



صورة للعينة في أحد جوانبها، تظهر الأكسدة بوضوح بين وصل الحبيبات و التي تتسبب تدريجيا في انفصالها، كما نراه في الجانب الأيمن، يمكن ملاحظة اكسدة منقطة في جزءها الأقرب و هي سطحية.

صورة 47: صورة ميكروغرافية *للحلقة مفتوحة*	
تظهر الحبيبات على شكل مكعبات مختلفة الأحجام (متبلورة)، دليل على أنها شكلت عن طريق المعالجة الحرارية-الميكانيكية، أي أن القطعة تشكلت عن طريق الطرق و التلدين. كما نلاحظ البلورات التوأم (maclage) التي تدل على معالجة حرارية.	
صلابة العينة (H_V)	**124,4**

استنتاج:

- تتشكل التركيبة من سبيكة مزدوجة من البرونز، و هو ما يعرف بالبرونز الحقيقي، يحتوي على نسبة معتبرة من القصدير، مما يفسر درجة صلابتها.

- يحتمل من خلال التركيبة ان الانسان استعمل نحاس خام، أو أكسيد، أو كاربونات النحاس، بدليل نسبة الشوائب القليلة، أضاف إليه فلز الكاسيتيريت و هو الفلز الرئيسي للقصدير، أو ربما استعمل فلز الستانيت (stannite)، الذي يحتوي طبيعيا على النحاس و القصدير.

- نشير أن الانسان شكل أداته عن طريق الطرق و التلدين المتناوب.

البطاقة رقم 3	
رقم جرد العينة (قبل 2003)	**BPX 34**
رقم الجرد الجديد	**BPH1930.4**
مصدر القطعة	دولمانات بني مسوس
مكان الحفظ	متحف الباردو

	التركيبة الكيميائية (%)										
	Cu	Zn	Sn	Pb	Cl	Fe	As	Se	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
عينة BPH1930.4	87,6	-	5,2	0,6	0,1	0,2	2,2	0,04	1,1	0,2	2,76

صورة 48: *حلقة مفتوحة*

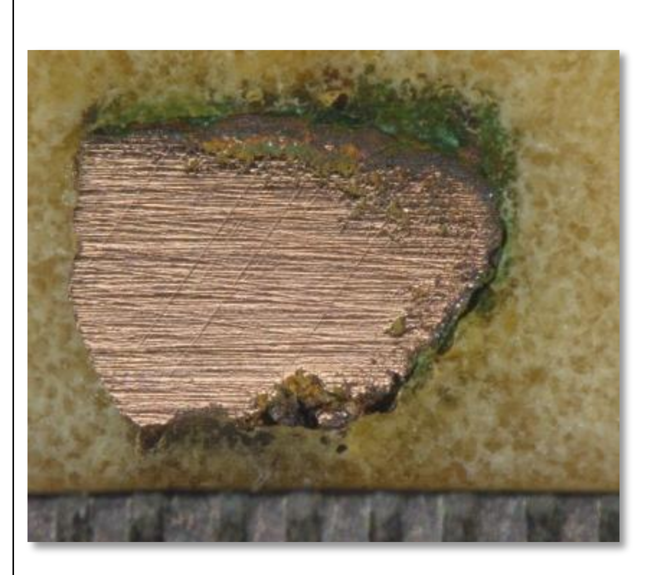




وزن القطعة:6,35غ، قطرها: 52، و سمكها 3,5 ملم.

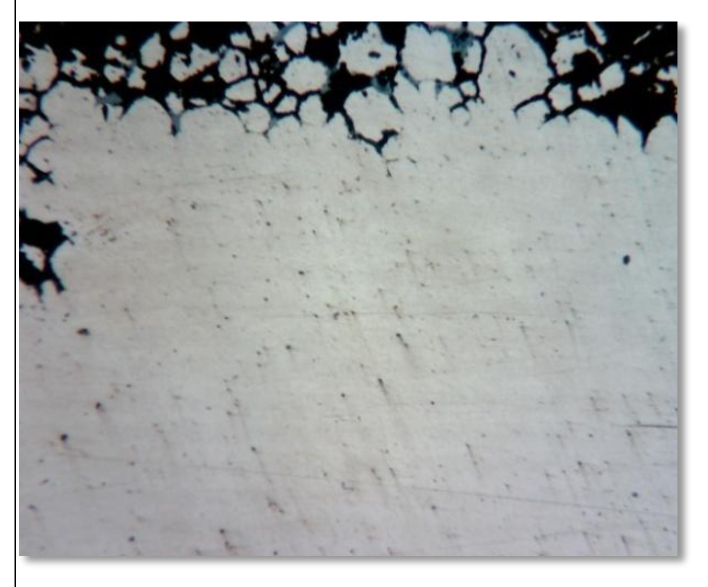
حلقة مفتوحة، عثر عليها الباحث كوستر في الضفة اليمنى لمقبرة بني مسوس (دولمانات). هذه الحلقة مهشمة النهايتين، جسمها رقيق وهي ذات مقطع بيضوي.أحد نهايتيها في حالة حفظ متوسطة، و لونها أخضر مزرق، و بني.

صورة 49: عينة *الحلقة المفتوحة*



صورة لسطح العينة، تبين أكسدة من كاربونات النحاس، خضراء (مالاكيت) و زرقاء (الأزوريت) متوغلة داخل المعدن بفعل القولبة الغير جيدة، و التي تسببت في فقدان المادة على الحواف، و هذا راجع لعملية الارجاع عند برودة القطعة، مما ترك المجال لانتشار الأكسدة.

صورة 50: صورة ماكروغرافية *للحلقة المفتوحة*



صورة واضحة لجانب العينة، نلاحظ فيها فقدان المادة و التي تبدو على شكل حبيبات متعددة الأوجه، منفصلة عن المعدن، ذلك راجع لوجود أكسدة نشيطة في وصل الحبيبات.

صورة 51: صورة ميكروغرافية *للحلقة المفتوحة*



بعد الهجوم الكيميائي، نلاحظ شكل الحبيبات المتعددة الأوجه وانشطارها بفعل الأكسدة على الحواف، هذه الحبيبات تأتي على شكل مكعبات، راجع لاعادة تبلور المعدن، لها هيئة équiaxe تدل على استعمال الانسان للمعالجة الحرارية ثم الطرق.

صلابة العينة (H_V)	159,4

استنتاج:

– صنعت هذه القطعة عن طريق الطرق و التلدين المتناوب، باستعمال الطرق كآخر عملية و هي ما تؤكده درجة صلابة القطعة.

– تتكون هذه العينة من سبيكة البرونز المزدوجة، و قد استعمل الانسان فلز النحاس الرمادي، لما تحتويه العينة من نسبة معتبرة من الزرنيخ.

– نلاحظ وجود أكسدة ما بين الحبيبات.

البطاقة رقم 4	
رقم جرد العينة (قبل 2003)	BPX 37
رقم الجرد الجديد	BP1930.38
مصدر القطعة	دولمانات بني مسوس
مكان الحفظ	متحف الباردو

	التركيبة الكيميائية (%)									
	Cu	Zn	Sn	Pb	Cl	Fe	Ni	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
عينة BP1930.38	90	-	6,3	0,3	-	0,3	0,07	0,02	0,04	2,97

صورة 52: *حلقة مفتوحة*

وزنها: 7,07غ، طولها: 13,3ملم، و سمكها: 3,2 ملم.

جسم حلقة مهشمة النهايتين، و ملتوية في إحدى النهايتين، عثر عليها الباحث كوستر في الضفة اليمنى لمقبرة بني مسوس (دولمانات).

تبدو في حالة حفظ متوسطة، خاصة في النهاية الملتوية، لونها أخضر و بني.

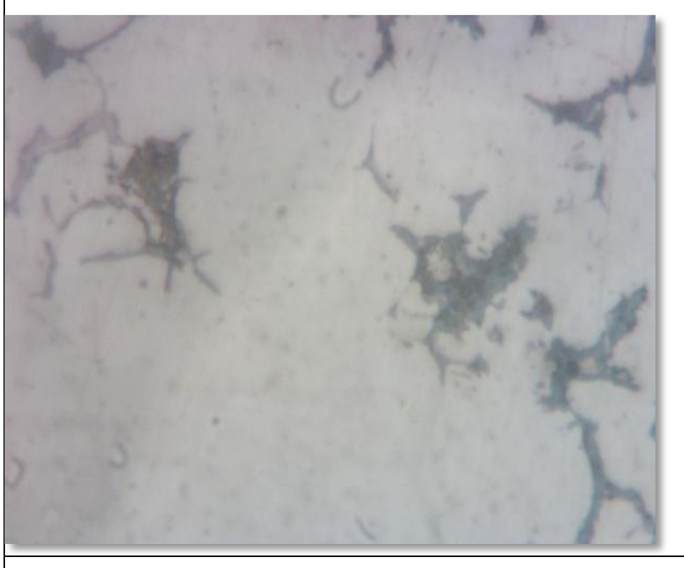


صورة 53: عينة *الحلقة المفتوحة*



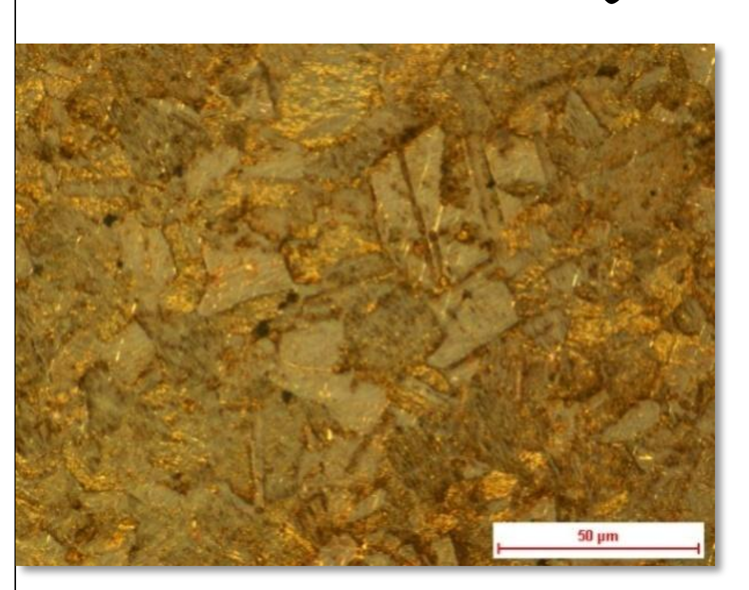
يظهر على محيط العينة أكسدة متوغلة من كاربونات النحاس الخضراء (مالاكيت)، يبدو ذلك من خلال الثغرات العميقة في الحواف و التي تسببت في فقدان المادة

صورة 54: صورة ماكروغرافية *للحلقة المفتوحة*



صورة غير واضحة لكن يمكن مشاهدة بقع خضراء، تدل على الأكسدة المنقطة في وصل الحبيبات، بفعل وجود الكلور مع أكسدة كاربوناتية وهي المالاكيت.

صورة 55: صورة ميكروغرافية *للحلقة المفتوحة*



توضح شكل الحبيبات المتعددة الأوجه على هيئة équiaxe تدل على استعمال الانسان للمعالجة الميكانيكية و الحرارية أي الطرق و التلدين بالتناوب، حبيباتها مختلفة الأحجام. كما يمكن ملاحظة لونين مختلفين، لون أصفر فاتح و لون يميل للاخضرار و بارز يشير إلى وجود طورين، و هذا يعني أن الخليط غير متجانس.

صلابة العينة (H_V)	131,1

استنتاج:

- هذه العينة عبارة عن سبيكة من البرونز الحقيقي، بنسب ضئيلة للشوائب، من المحتمل أن يكون الانسان استعمل فلز الستانيت، أو أكسيد، أو كاربونات النحاس.
- صلابة العينة مربوطة بوجود نسبة معتبرة من القصدير.
- استعمل الانسان في تشكيل الأداة تقنية الطرق و التلدين المتناوب.

البطاقة رقم 5

رقم جرد العينة (قبل 2003)	BPX 38
رقم الجرد الجديد	BP1930.36
مصدر القطعة	دولمانات بني مسوس
مكان الحفظ	متحف الباردو

	التركيبة الكيميائية (%)									
	Cu	Zn	Sn	Pb	Cl	Fe	Ni	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
عينة BP1930.36	76,2	10,2	3,6	5	0,2	0,2	0,06	0,05	0,1	4,39

صورة 56: حلقة مهشمة

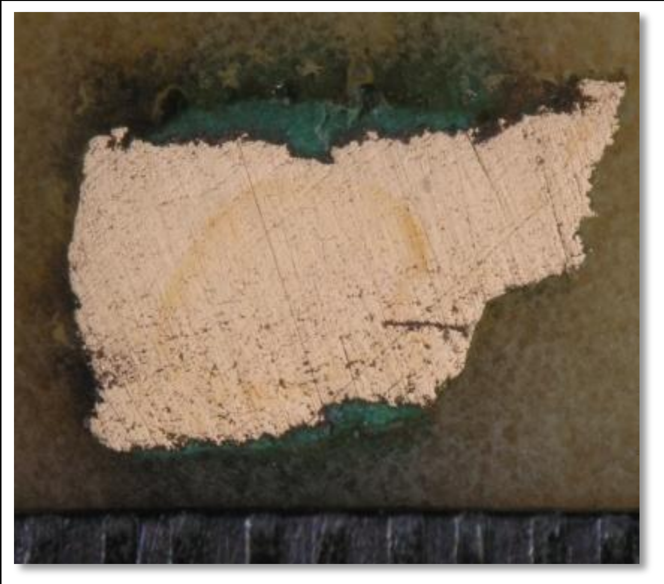


وزن القطعة: 2,55غ، طولها: 5 ملم، سمكها: 3 ملم.

تمثل جزء صغير من حلقة، عثر عليها الباحث كوستر في الضفة اليمنى لمقبرة بني مسوس، و هي تحمل زخرفة في إحدى نهايتيها على شكل خطوط متتابعة.

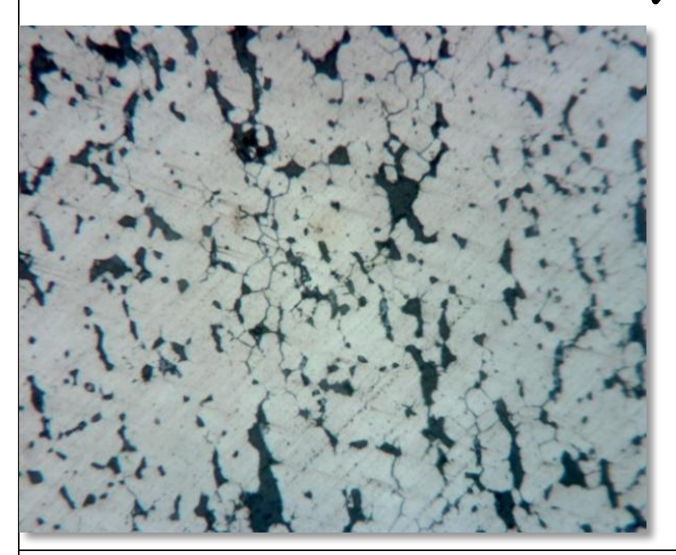
هي في حالة حفظ حسنة، ذات لون أخضر و بني.

صورة 57: عينة *الحلقة المهشمة*



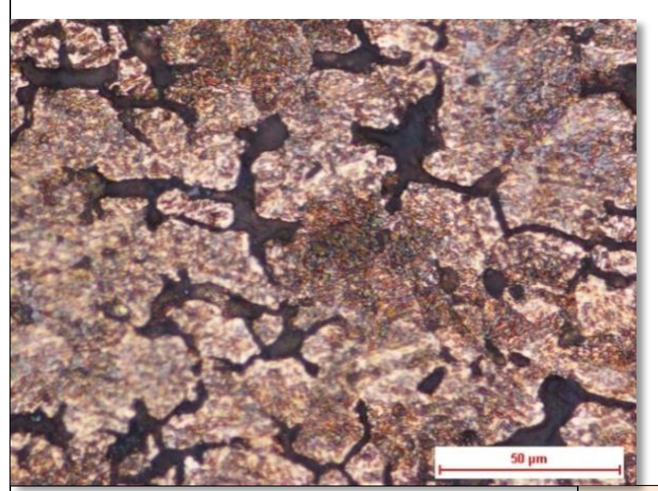
تبين الصورة أكسدة جانبية خضراء أي مالاكيت، مع أكسدة قليلة من نوع كوبريت (أكسيد النحاس البني) ، كما نشاهد في جزءها الأقرب تفكك المادة نوعا ما، ربما راجع لطبيعة المعالجة، خاصة إذا استعمل الانسان الطرق المكثف.

صورة 58: صورة ماكروغرافية *للحلقة المهشمة* 100X



نلاحظ فيها هيكلة غنية بالكريات الدخيلة السوداء و هذا يعني أنها هيكلة ذات طورين، و غير متجانسة بفعل الاجسام الدخيلة، حسب التركيبة الكيميائية لهذه العينة فإن هذه الاجسام الدخيلة تتمثل في عنصر الرصاص (Pb).

صورة 59: صورة ميكروغرافية *للحلقة المهشمة* 500X



تبدو شكل الحبيبات المتعددة الأوجه بوضوح، تدل على استعمال الانسان للمعالجة الميكانيكية و الحرارية و هذا يعني أن القطعة لم تتشكل فقط عن طريق القولبة، كما نلاحظ أكسدة متوغلة داخل وصل الحبيبات.

صلابة العينة (H_V)	141,9

استنتاج:

– هذه التركيبة تعبر عن سبيكة رباعية، مشكلة من ليطون بالقصدير(Sn) و الرصاص (Pb) و هذا ما يفسر الأطوار السوداء التي نجدها في الصورة الميتالوغرافية للعينات، بالإضافة إلى أكسدة كثيفة ما بين الحبيبات، و في هذه الحالة فإن التمييز بين الأكسدة و الرصاص يستلزم القيام بفحوصات أكثر دقة.

– من خلال صلابة العينة و شكل الحبيبات، فإن القطعة تشكلت عن طريق الطرق و التلدين المتناوب، مع استعمال الطرف كآخر عملية.

البطاقة رقم 6	
رقم جرد العينة (قبل 2003)	BPX 40
رقم الجرد الجديد	BP1930.5
مصدر القطعة	دولمانات بني مسوس
مكان الحفظ	متحف الباردو

	التركيبة الكيميائية (%)										
	Cu	Zn	Sn	Pb	Cl	Fe	Ni	As	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
عينة BP1930.5	89,4	-	5,9	1,1	-	0,4	0,08	0,2	0,1	-	2,82



صورة 60: حلقة مهشمة

وزنها: 1,34غ، طولها: 4,2 ملم، سمكها: 3 ملم.

يمثل جزء صغير من نهاية حلقة مفتوحة، عثر عليها الباحث كوستر في الضفة اليمنى لدولمانات بني مسوس، تحمل زخرفة في أحد أجزائها على شكل خطوط.

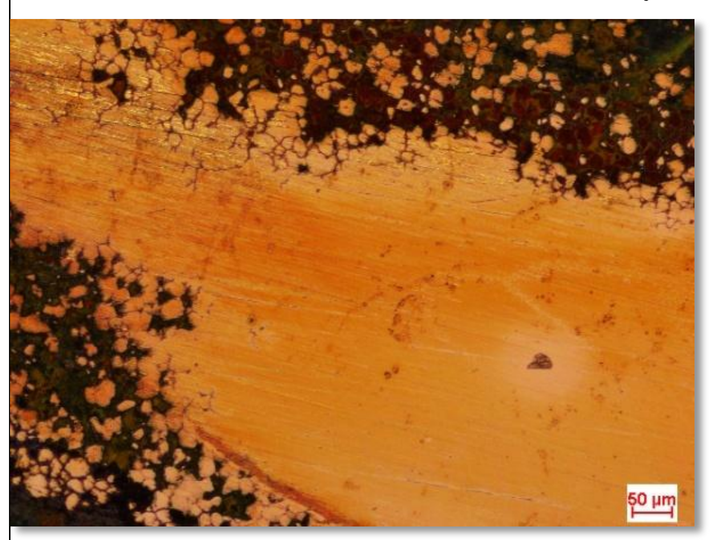
في حالة حفظ متوسطة، تحمل حفر سطحية ذات لون أخضر و أزرق، و بني.



صورة 61: عينة *للحلقة المهشمة*

صورة لسطح العينة، نلاحظ أكسدة من أكسيد النحاس البني (كوبريت) و من كاربونات النحاس، خضراء (مالاكيت)، و زرقاء (الأزوريت) متوغلة داخل المعدن بفعل أكسدة نشيطة و التي اجتاحت المادة ، و بقي جزء صغير من المعدن النقي.

صورة 62: صورة ماكروغرافية *للحلقة المهشمة*



توضح هذه الصورة مدى انتشار و توغل أكسدة خضراء مالاكيت، و أكسدة بنية كوبريت و التي توغلت داخل وصل حبيبات المادة، تسبب في تفككها بأجزاء صغيرة.

صورة 63: صورة ميكروغرافية *للحلقة المهشمة*



تدل هذه الصورة على استعمال الانسان الطرق و التلدين، أي لمعالجة ميكانيكية، و حرارية، و نلاحظ ذلك من خلال اعادة تبلور الحبيبات، و صغر حجمها بفعل عمليه الطرق و التلدين الطويلة.

صلابة العينة (H_V)	100,2

استنتاج:

-عينة مشكلة من سبيكة ثلاثية من نوع برونز بالرصاص.

- أكسدتها متطورة، و متوغلة في وصل الحبيبات مما تسببت في انفصال الحبيبات، و منه فقدان المادة.

- من خلال الصورة المجهرية التي نلاحظ فيها الحبيبات من نوع م أ م (مكعب ذات أوجه مركزية) و صلابة العينة، نستنتج أن القطعة مصنوعة عن طريق الطرق و التلدين المتناوب، ذات صلابة متوسطة.

البطاقة رقم 7	
رقم جرد العينة (قبل 2003)	BXP 41
رقم الجرد الجديد:	BPH1930.6
مصدر القطعة	دولمانات بني مسوس
مكان الحفظ	متحف الباردو

	التركيبة الكيميائية (%)										
	Cu	Zn	Sn	Pb	Cl	Fe	As	Se	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
عينة BPH1930.6	87,3	-	5,7	0,3	0,2	0,2	2,1	0,04	1,1	0,2	2,86

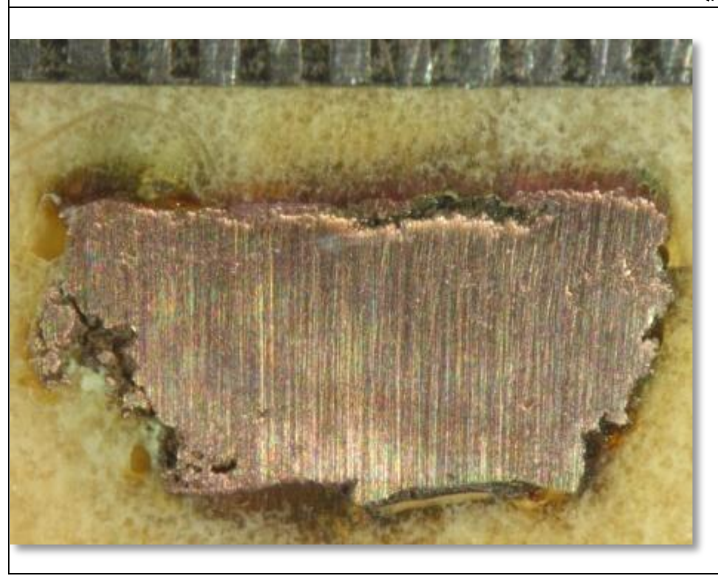
صورة 64: حلقة مهشمة

وزنها:1,41غ، سمكها: 3 ملم، و طولها: 30 ملم.

و هو جزء من نهاية حلقة، عثر عليها الباحث كوستور في الضفة اليمنى لمقبرة بني مسوس (دولمانات)، تحمل زخرفة في جسمها على شكل خطوط متتابعة من الصعب ملاحظتها.



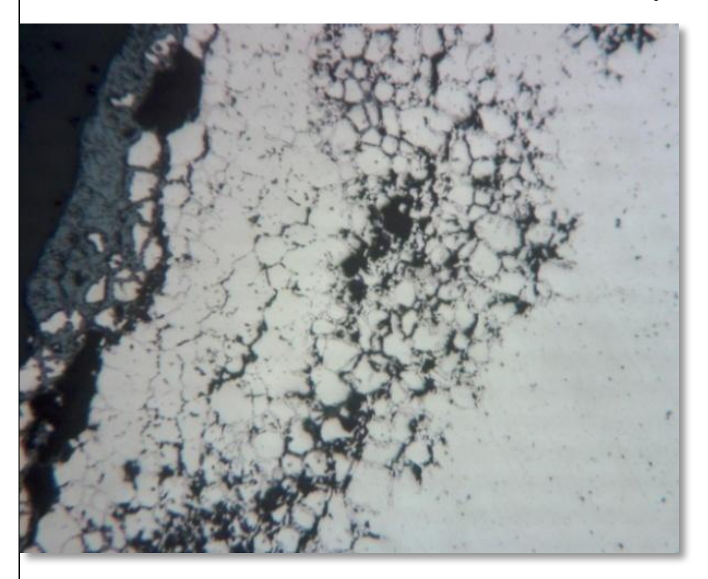
في حالة حفظ متوسطة، ذات لون بني، تتخللها بقع ذات لون أخضر، و أزرق.



صورة 65: عينة *الحلقة المهشمة*

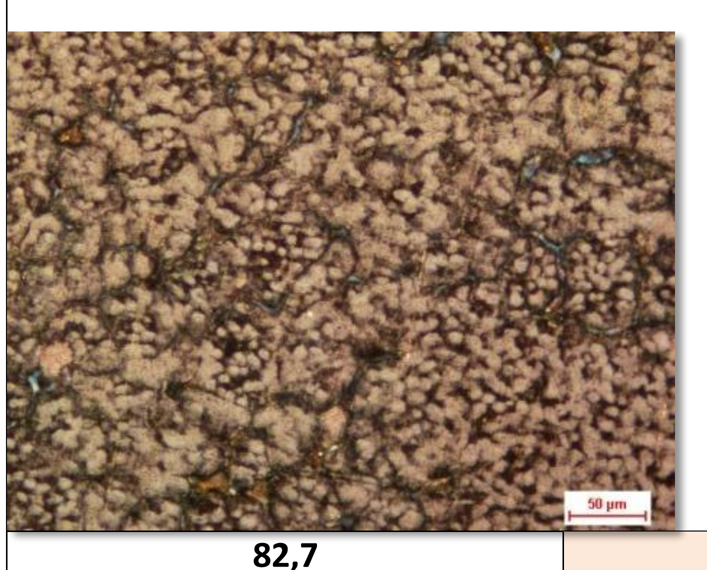
نلاحظ في هذه العينة، الحالة السيئة للحواف، بانتشار أكسدة محيطية و عميقة، مع تفكك المادة في جزءها الأيسر، كما نلاحظ في سطح القطعة أكسدة سطحية غير نشيطة من نوع مالاكيت.

صورة 66: صورة ماكروغرافية *للحلقة المهشمة*



نلاحظ الأكسدة الجانبية التي تسببت في تفكك المادة، كما نلاحظ النقاط السوداء على المعدن السليم، و هي عبارة عن أكسدة أصابت وصل الحبيبات مما أدى إلى اتلاف المادة.

صورة 67: صورة ميكروغرافية *للحلقة المهشمة*



صورة مجهرية توضح شكل الحبيبات متعددة الاوجه، و هذا يدل على تشكيل القطعة بعد قولبتها عن طريق المعالجة الحرارية-الميكانيكية، كما نلاحظ وجود انتفاخات على السطح و هذا لسبب انتشار الأكسدة على سطح القطعة.

صلابة العينة (H_V)	82,7

استنتاج:

- تمثل هذه التركيبة سبيكة البرونز المزدوجة.
- وجود الزرنيخ (As) و الأثمد (Sb) يدل ان الانسان استعمل فلز النحاس الرمادي مع فلز القصدير و هو الكاسيتيرست للحصول على السبيكة.
- أكسدة متطورة.
- تشكيل العينة بطريقة الطرق و التلدين المتناوب، مع استعمال التلدين كآخر خطوة مما يفسر الصلابة الضعيفة للعينة.

البطاقة رقم 8

رقم جرد العينة (قبل 2003)	BPX 49
رقم الجرد الجديد:	BPH1930.9
مصدر القطعة	دولمانات بني مسوس
مكان الحفظ	متحف الباردو

	التركيبة الكيميائية (%)										
	Cu	Zn	Sn	Pb	S	Cl	Fe	As	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
عينة BPH1930.9a	88,6	-	6,7	1,4	0,2	-	0,4	-	0,7	0,1	1,9
عينة BPH1930.9b	88,3	-	6,9	1,5	0,1	0,1	0,4	-	0,6	0,09	2,01



صورة 68: حلقة مهشمة

وزن الحلقة: 8,44غ، قطرها: 68 ملم، سمكها: 4 ملم.

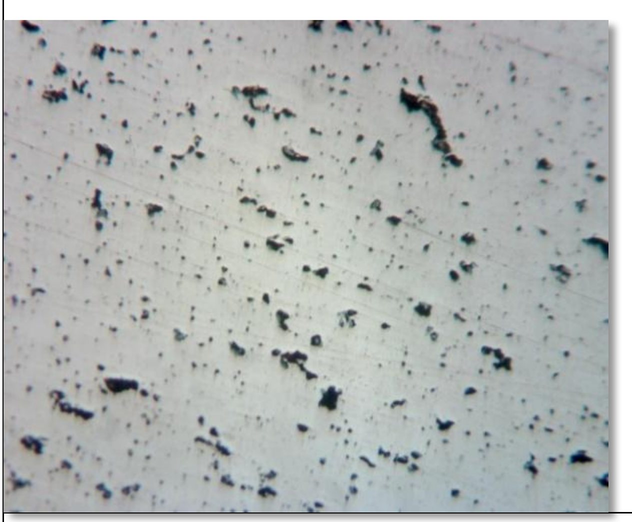
حلقة مهشمة من نهاية واحدة، عثر عليها الباحث كوستر في الضفة اليمنى لمقبرة بني مسوس، و هي خالية من الزخرفة.

حالة حفظها متوسطة، و جود حفر من أكسدة جديدة، ذات اللون الأخضر و الأزرق.

صورة 69: *عينة الحلقة المهشمة*

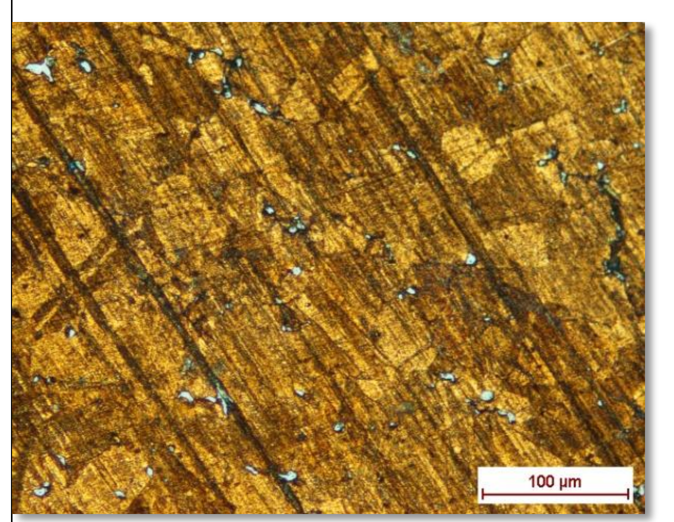
صوره لعينة قليلة الأكسدة، وجود المعدن النقي في حالة جيدة دون ثغرات، و هذا دليل على القولبة الجيدة للقطعة. نلاحظ كذلك عمق الحزوز الذي يجب التخلص منها في عملية الصقل، للحصول على صورة مجهرية واضحة.

صورة 70: صورة ماكروغرافية للحلقة المهشمة 100X



تعبر عن هيكلة ذات طورين، و تبين عدم تجانس المعدن عند صهره، و بمقارنتها مع التركيبة الكميائية للعينة، نستنتج أن ذلك راجع لوجود نسبة من الرصاص الذي لا يتوافق مع النحاس و لذلك تجمع على شكل حبيبات دخيلة منعزلة في وصل الحبيبات.

صورة 71: صورة ماكروغرافية للحلقة المهشمة 200X



نلاحظ، رغم سوء نوعية الصقل، الحبيبات المتعددة الأوجه التي تبين استعمال الانسان للتلدين، و الطرق، من خلال الحبيبات التي استعادت تبلورها. و بالإضافة إلى الرصاص، نلاحظ كذلك في الهيكلة، السولفورات التي نراها باللون الأزرق في وصل الحبيبات، و هي تظهر على انها ليست متطاولة.

صلابة العينة (H_V)	138,8

استنتاج:

– من خلال التركيبتين لنفس القطعة، نستنتج أن نسبة القصدير (Sn) في المعدن هي تقريبا نفسها، و هذا لا ينفي وجود طورين. و هي سبيكة ثلاثية من برونز بالرصاص.

– تؤكد الهيكلة أن التشويه كان ضعيفا (faiblement déformé) و قد استنتجنا ذلك من خلال السلفورات التي تأتي غير متطاولة، و استعمل الانسان في تشكيل الأداة طريقة الطرق و التلدين.

البطاقة رقم 9	
رقم جرد العينة (قبل 2003)	BPX 73
رقم الجرد الجديد	BPH1930.78
مصدر القطعة	مقبرة قاستال
مكان الحفظ	متحف الباردو

	التركيبة الكيميائية(%)								
	Cu	Zn	Sn	Pb	Cl	Fe	As	Sb	الشوائب الأخرى
عينة BPH1930.78 a	81,8	14,4	0,2	-	0,5	0,02	-	-	3,08
عينة BPH1930.78 b	82,8	12,8	0,3	-	0,1	0,03	-	-	3,97
عينة BPH1930.78 c	97,6	0,5	0,5	-	-	0,008	-	-	1,39

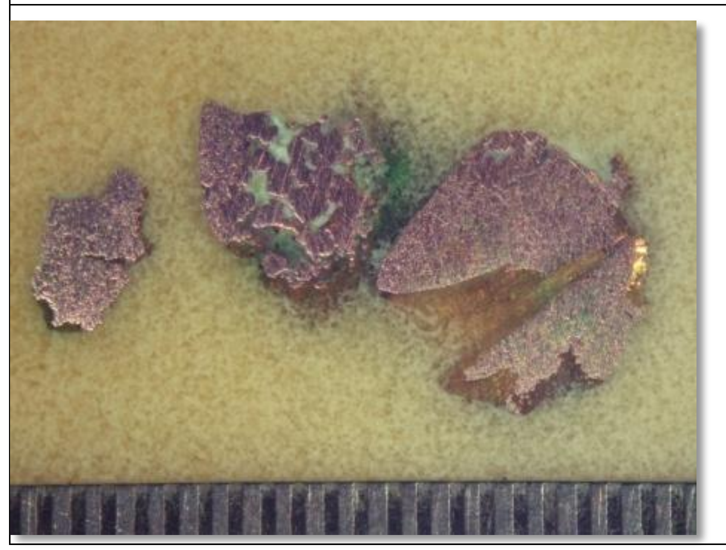


صورة 72: حلقة مهشمة

وزنها: 22,56 غ، قطرها: 53 ملم، سمكها: 4,5 ملم.

سوار مهشم من النهايتين، عثر عليه الباحث ريقاس (Reygasse) ما بين 1911-1925 في دولمانات قاستال، هو مسطح من الداخل، و منتفخ من الخارج، و مجرد من الزخرفة.

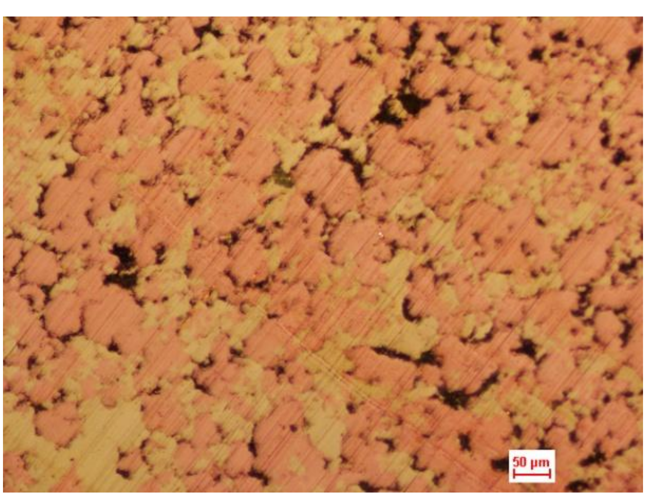
في حالة حفظ حسنة ، ذات لون بني، و أخضر.



صورة 73: عينة *للحلقة المهشمة*

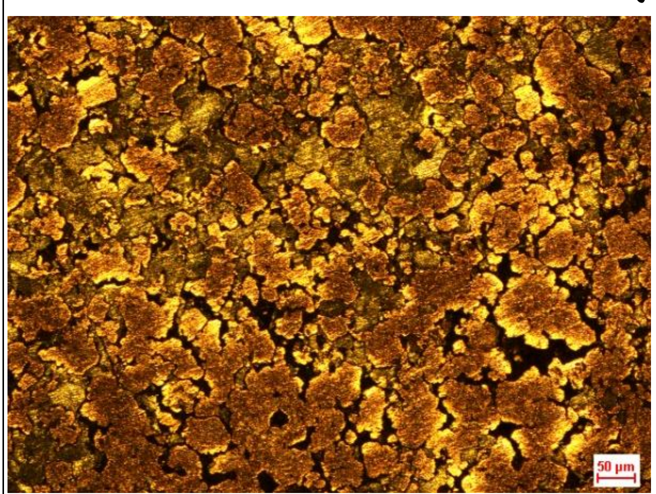
عينة مشكلة من ثلاث قطع من هذا السوار، نلاحظ في احدى القطع أكسدة من نوع مالاكيت متوغلة داخل المعدن مشكلة حفر، و هي أكسدة نشيطة، متمركزة corrosion localisée.

صورة 74: صورة ماكروغرافية للحلقة المهشمة



نلاحظ من خلال الألوان الثلاثة الموجودة في المعدن، وجود ثلاث أطوار و هذا راجع لعدم خلطه بشكل جيد عند صهره، فاللون الأصفر هو مزيج من نحاس و توتياء ذات تركيبة معينة، أما اللون الوردي فله تركيبة مختلفة، بالإضافة إلى اللون الأسود في وصل حبيبات، فهناك احتمال أنه عبارة عن أكسيد النحاس (Cu_20) أو سولفورات، بما ان التركيبة لا تدل على وجود الرصاص.

صورة 75: صورة ماكروغرافية للحلقة المهشمة



نلاحظ ان الحبيبات لها شكل تفرعات، تدل على استعمال الانسان للقولبة دون معالجة حرارية، و ذلك من خلال الحبيبات، و الكريات الدخيلة المتطاولة و المتفرعة، كما نلاحظ، بعد الهجوم الكيميائي اللون القاتم الذي يشير إلى وجود نسبة عالية للتوتياء في السبيكة ، اما اللون الفاتح فهو مكون من النحاس بنسبة عالية، و نسبة ضئيلة جدا من التوتياء.

صلابة العينة (VH)	50,9

استنتاج:

– العينة عبارة عن سبيكة الليطون، و هي غير متجانسة بما ان التحليل أكد وجود تركيبتين من خليط بنسبة معتبرة من التوتياء، أما التحليل الثالث فتركيبته من نحاس تقريبا نقي.

– صلابة ضعيفة لها علاقة بتقنية التشكيل التي تتمثل في الصب الخام دون معالجة حرارية.

البطاقة رقم 10

رقم جرد العينة (قبل 2003)	BPX 97
رقم الجرد الجديد	BPH1930.101
مصدر القطعة	مقبرة بونوارة
مكان الحفظ	متحف الباردو

	التركيبة الكيميائية(%)										
	Cu	Zn	Sn	Pb	Cl	Fe	As	Se	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
عينة BPH1930.101	85,5	-	10,2	1,2	-	0,1	-	-	0,03	-	2,97

صورة 76: حلقة ملتوية

وزنها: 3,83 غ، سمكها: 2,5 ملم، طولها: 130 ملم.

حلقة ملتوية و مهشمة في أحد نهايتيها، عثر عليها الباحثان ق. و ف. كامبس سنة 1954، في دولمان رقم 21 بمقبرة بونوارة،و هو مجرد من الزخرفة.

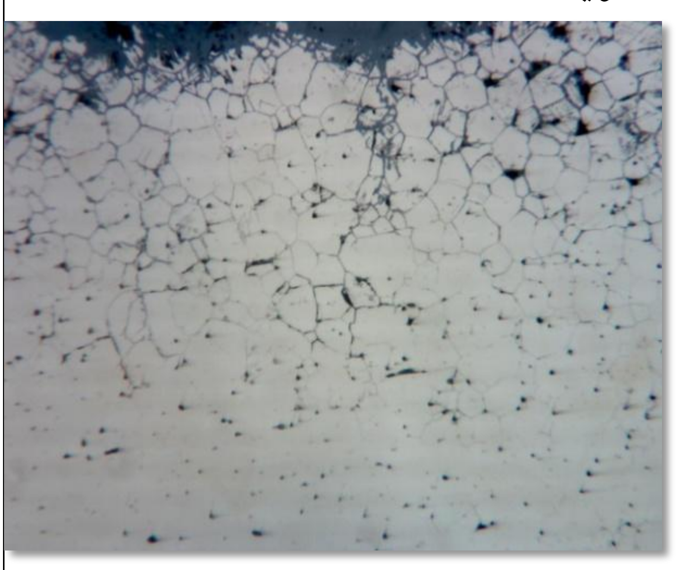


في حالة حفظ متوسطة، ذات اللون البني على معظم سطحه، و اللون الأخضر.



صورة 77: عينة *للحلقة الملتوية*

نلاحظ تشكل أكسدة خضراء من نوع مالاكيت في حواف هذه العينة، و أكسدة بنية من نوع كوبريت، كما تتخلل حواف هذه القطعة حفر عميقة تدل على قولبة سيئة، و عملية تراجع (le retrait) المعدن عند تبريده.

صورة 78: صورة ماكروغرافية *للحلقة الملتوية*	
صورة ماكروغرافية بتكبير 100X تبين الحبيبات التي تأتي على شكل أجسام متعددة الأوجه، راجع لعملية اعادة تسخين المعدن لمواصلة طرقه إلى غاية اتمام القطعة، كما نلاحظ البقع السوداء التي تدل على وجود عناصر دخيلة هي الأخرى متبلورة، كالرصاص و ليس السولفور.	
صورة 79: صورة ميكروغرافية *للحلقة الملتوية*	
يظهر شكل الحبيبات كمكعبات متعددة الاوجه، تشبه كثيرا العينة رقم 3، تدل على استعمال الطرق والتلدين، من خلال شكل الحبيبات التي استرجعت تبلورها، بالإضافة إلى وجود شكل البلوري التوأم (maclage). كما نلاحظ أن الحبيبات مختلفة الأحجام.	
صلابة العينة (H_V)	119,4

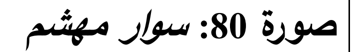
استنتاج:

– عينة مشكلة من سبيكة ثلاثية و هي عبارة عن برونز بالرصاص، نلاحظ عدم وجود عنصري الزرنيخ و الأثمد، و هذا يعني أن الإنسان في هذه الحالة لم يستعمل فلز النحاس الرمادي.

– صلابة مرتفعة نوعا ما بسبب نسبة القصدير المرتفعة، و إلى طريقة تشكيل الأداة باستعمال الطرق و التلدين بالتناوب، مع استعمال الطرق كآخر عملية.

البطاقة رقم 11	
رقم جرد العينة	19I N° 40
مصدر القطعة	قسنطينة و ضواحيها
مكان الحفظ	متحف سيرتا

	التركيبة الكيميائية(%)										
	Cu	Zn	Sn	Pb	S	Cl	Fe	As	Se	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
عينة 19I N°40	83,2	7,3	2,7	2,5	0,1	0,6	0,2	0,2	-	0,07	0,2	2,93

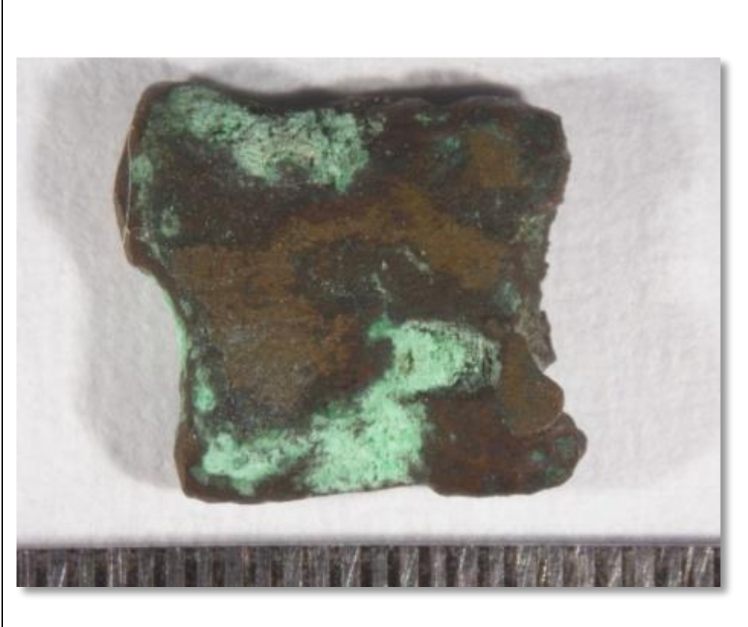

صورة 80: ***سوار مهشم***

طوله: 105 ملم، عرضه: 6 ملم، و سمكه: 6 ملم.

قطعة من سوار مصفح من جهتين، سطحه خشن، وسمكه غير متجانس.

في حالة حفظ سيئة إلى حد الإتلاف، لونه بني أخضر.


صورة 81: عينة ***للسوار المهشم***

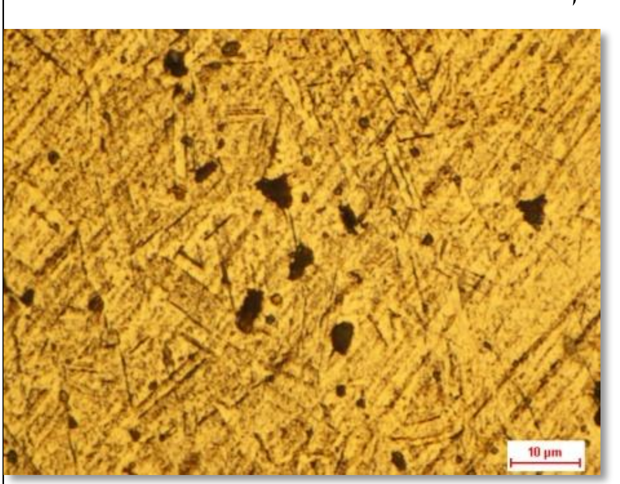


صورة توضح انتشار الأكسدة على سطح العينة، من نوع كاربونات النحاس ذات اللون الأخضر أي مالاكيت، يوجد كذلك أكسدة بنية و هي أكسيد النحاس أي الكوبريت، كما نلاحظ السطح الخشن الذي تتميز به القطعة

صورة 82: صورة ماكروغرافية ***للسوار المهشم***

صورة مجهرية مأخوذة بالجهاز الالكتروني (Microscope Electronique à Balayage, E.D.X.)، دون تحضير مسبق لسطح العينه، و هي توضح جيدا عدم تجانس المعدن الذي يأتي بلونين، الفاتح يدل على طور غني بالنحاس، و القاتم طور غني بالقصدير أو بالتوتياء، مع وجود أكسدة.

صورة 83: صورة ميكروغرافية ***للسوار المهشم***



تظهر لنا العينة على شكل طورين، و هذا راجع لعدم تجانس المزيج، و تشير البقع السوداء الى وجود عناصر دخيلة و هو الرصاص. و لا تظهر الصورة بوضوح و يرجع ذلك للصقل السيئ، أو للهجوم الكيميائي الذي أتلف القطعة، لكن هيئة الحبيبات الدخيلة تدل على اعادة تبلورها مما يرجح استعمال معالجة حرارية في تشكيل الأداة.

صلابة العينة (H_V)	100,9

استنتاج:

– عينة تمثل سبيكة رباعية من ليطون بالقصدير(Sn) و الرصاص (Pb)، ويحتمل أن الانسان استعمل فلزات مختلفة، من بينها النحاس الرمادي نظرا لوجود نسبة من الزرنيخ (As) و الاثمد (Sb)، بالإضافة الى فلز التوتياء و هو سولفور التوتياء (ZnS) الذي يعرف بالسفاليريت (sphalérite)، وفلز القصدير(cassitérite).

– رغم صعوبة قراءة الصورة، إلا أن شكل الحبيبات الدخيلة، والصلابة المتوسطة للقطعة تجعلنا نفترض أن تشكيل الأداة كان باستعمال التلدين و الطرق.

البطاقة رقم 12	
رقم جرد العينة	19B N° 12
مصدر القطعة	قسنطينة و ضواحيها
مكان الحفظ	متحف سيرتا

	التركيبة الكيميائية(%)										
	Cu	Zn	Sn	Pb	S	Cl	Fe	As	Se	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
19B N°12 عينة	73,5	19,4	1,3	0,5	-	0,2	0,2	0,3	-	0,05	0,2	4,35



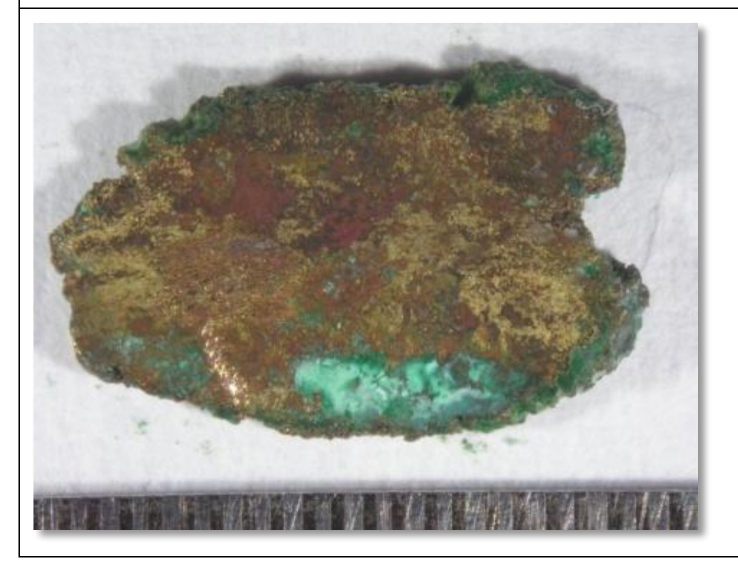
صورة 84: ***سوار مهشم***

قطره: 53 ملم، و سمكه: 3 ملم

يظهر السوار مهشما في احدى نهاياتيه، نجهل مصدره و مكتسفه، مكتوب فقط على البطاقة في المتحف: "قسنطينة و ضواحيها".

و هو ذو شكل دائري، يحمل زخارف على شكل مجموعة من الحزوز المتقاطعة.

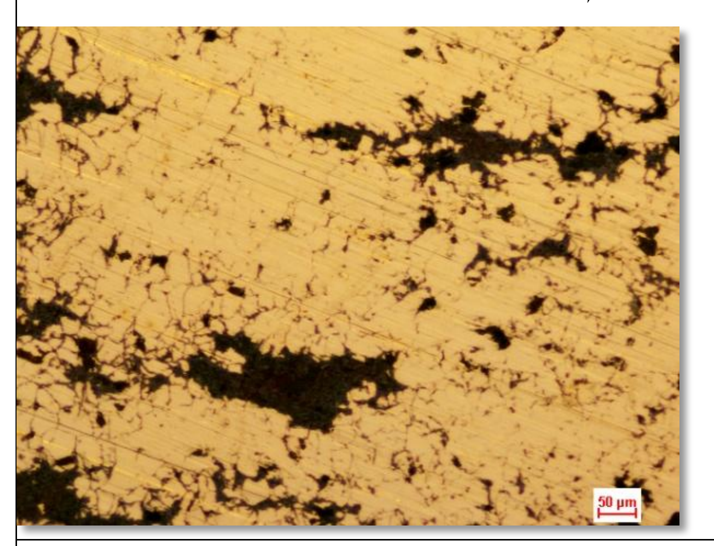
هو في حالة حفظ متوسطة، لونه بني تتخلله بقع خضراء و زرقاء.



صورة 85: عينة ***للسوار المهشم***

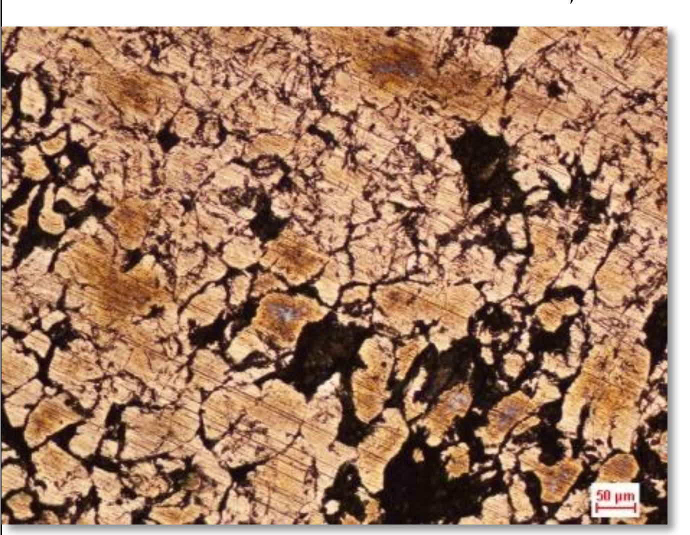
نلاحظ أكسدة تغطي سطح العينة ذات اللون الأخضر مالاكيت و الأزرق أزوريت و البنية كوبريت، كما يبدو سطع العينة خشن، و ذات إنتفاخات.

صورة 86: صورة ماكروغرافية *للسوار المهشم*



نلاحظ الحبيبات بشكل متعدد الأوجه، تدل على استعمال الانسان لعملية الطرق و التلدين، كما نلاحظ انتشار بقعا سوداء على السطح، راجع على الأرجح لوجود أكسدة متطورة.

صورة 87: صورة ميكروغرافية *للسوار المهشم*



صورة تبين لنا ثلاث أطوار مختلفة، طور وردي يعبر عن سبيكة الليطون ذات نسبة عالية للنحاس، و البني ذات نسبة عالية للتوتياء، بالإضافة إلى اللون الأسود الذي يظهر بشكل كبير وهذا راجع ربما للأكسدة.
نلاحظ كذلك ان الحبيبات تأخذ شكل مكعب متعدد الأوجه.

صلابة العينة (H_V)	146,7

استنتاج:

– عبارة عن سبيكة ثلاثية، مع وجود نسبة كبيرة من التوتياء ممزوج بالنحاس، و هي ذات طورين، راجع لمدة التلدين التي لم تكن طويلة.

– استعمال فلز النحاس الرمادي بوجود نسبة من الزرنيخ (As) و الكحل (Sb)، بالإضافة إلى فلز التوتياء السفاليريت (ZnS) .

– استعمال **الطرق و التلدين المتناوب**، وتدل نسبة صلابة القطعة أنها العالية، بالرغم أن الليطون مرن، ربما ذلك راجع للطرق المكثف.

البطاقة رقم 13	
رقم جرد العينة	19I N° 55
مصدر القطعة	قسنطينة و ضواحيها
مكان الحفظ	متحف سيرتا

	التركيبة الكيميائية(%)										
	Cu	Zn	Sn	Pb	S	Cl	Fe	As	Se	Ag	Sb
19I N°55 عينة	88,07	-	11,93	-	-	-	-	-	-	-	-



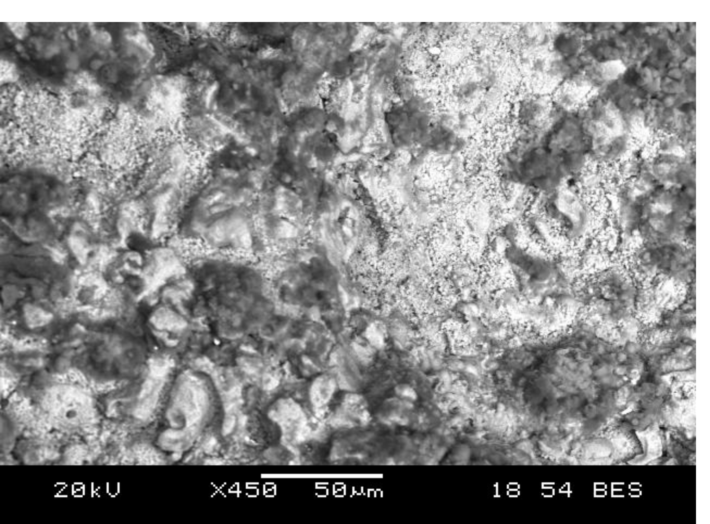
صورة 88: ***سلك ملتوي***

سمكه: 2,5 ملم.

له شكل نابض، مجهول المصدر و مكتوب على البطاقة في المتحف: "قسنطينة و ضواحيها".

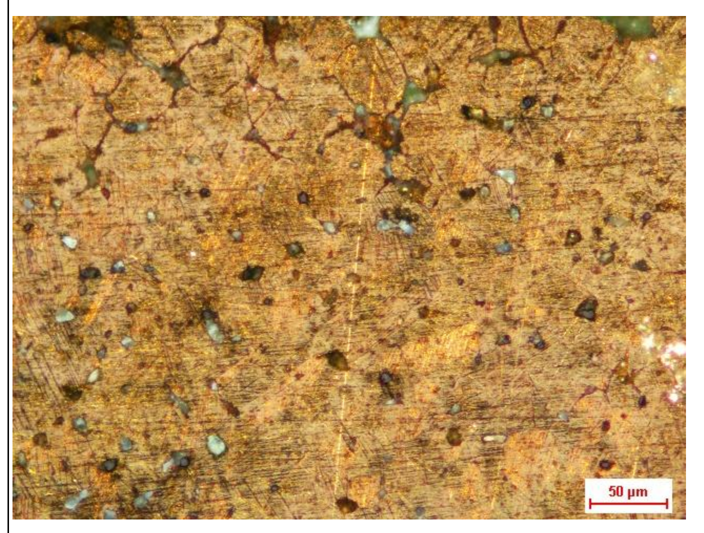
هو في حالة حفظ حسنة، ذات لون بني.

صورة 89: صورة مجهرية *للسلك الملتوي*



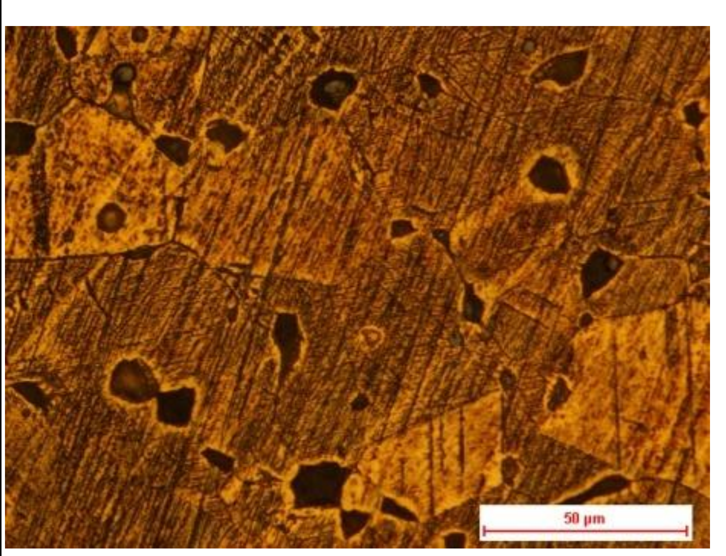
صورة مجهرية مأخوذة بالجهاز الالكتروني (Microscope Electronique à Balayage, E.D.X.) تدل على عدم تجانس المعدن بوجود طورين، طور فاتح أين تكون فيه نسبة النحاس عالية، و طور قاتم تكون فيه نسبة القصدير أعلى. مع وجود أكسدة سطحية تظهر على شكل نقاط على الصورة.

صورة 90: صورة ماكروغرافية *للسلك الملتوي*



هيكلة لأداة مشكلة باستعمال التلدين و الطرق، تظهر من خلال شكل الحبيبات و كذا من خلال آثار الطرق(macle mécanique) التي نشاهدها داخل بعض الحبيبات، كما نلاحظ شكل السولفورات ذات اللون الأزرق الفاتح و هي الأخرى دائرية، دليل على ان الطرق لم يكن مطول.

صورة 91: صورة ميكروغرافية *للسلك الملتوي*



نلاحظ شكل الحبيبات المتعددة الأوجه ذات زوايا حادة تدل على تطبيق معالجة ميكانيكية و حرارية أعادت لحبيبات النحاس هيأتها الطبيعية (CFC) مكعب ذو أوجه مركزية. مع وجود بقع سوداء احتمال أن يكون عبارة عن أكسدة متمركزة، او رصاص.

صلابة العينة (H_V)	108,5

استنتاج:

- هذه القطعة عبارة عن برونز يحتوي على نسبة معتبرة من القصدير، لم نتمكن من التعرف عن الشوائب، لأن التحليل تم بالمجهر الألكتروني.
- المعدن يظهر بأنه غير متجانس.
- استعمال طريقة الطرق و التلدين المتناوب في تشكيل الأداة، مع استعمال الطرق كآخر خطوة، لكنه غير مطول، و هذا يتماشى مع درجة صلابة القطعة.

البطاقة رقم 14	
رقم جرد العينة	19N N° 73
مصدر القطعة	قسنطينة و ضواحيها
مكان الحفظ	متحف سيرتا

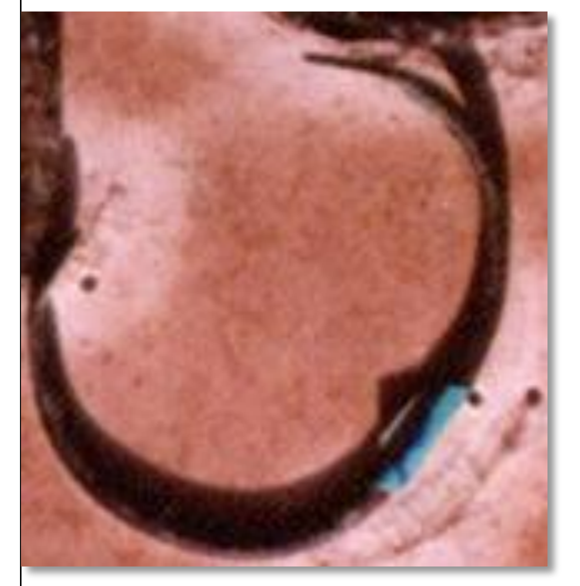
	التركيبة الكيميائية(%)											
	Cu	Zn	Sn	Pb	S	Cl	Fe	As	Se	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
عينة 19N N°73	64,3	0	7,3	25,1	-	2	0,5	-	-	0,07	0,2	0,53

صورة 92: حلقة مهشمة

قطرها: 130 ملم، و سمكها: 2 ملم.

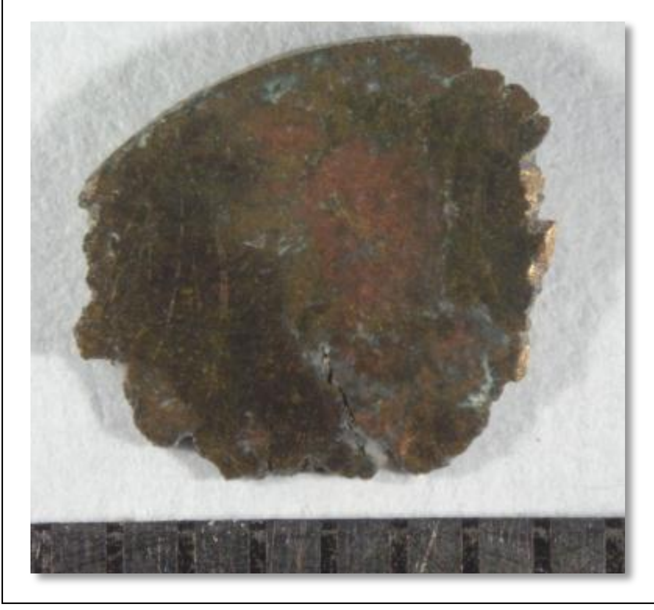
قطعة من حلقة صغيرة مهشمة، مجهولة المصدر ومكتوب على البطاقة في المتحف: "قسنطينة وضواحيها"، لها مقطع دائري، و هي مجردة من الزخرفة.

في حالة حفظ متوسطة، ذات اللون البني تتخلله بقع خضراء فاتحة.



صورة 93: عينة *للحلقة المهشمة*

عينة ذات أكسدة ضعيفة و من النوع كوبريت (أكسيد النحاس) ذات اللون البني، و فليل من المالاكيت، كما نلاحظ سطح خشن نوعا ما.

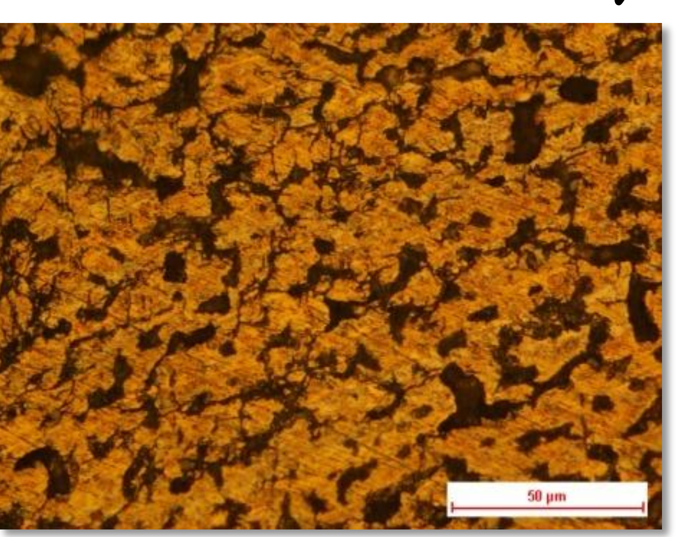


صورة 94: صورة مجهرية *للحلقة المهشمة*

هي مأخوذة بالجهاز الالكتروني (Microscope Electronique à Balayage, E.D.X.)

تبين بوضوح عدم تجانس المعدن بوجود ثلاث أطوار، فاتحة، رمادية و قاتمة، بالإضافة إلى انتشار أكسدة سطحية.

صورة 95: صورة ميكروغرافية *للحلقة المهشمة*



صورة غير واضحة لوجود أكسدة شديدة تغطي سطح القطعة، بسبب الهجوم الكيميائي، ورغم ذلك يمكننا مشاهدة شكل الحبيبات التي تأكد اعادة تبلورها، و انتشار عنصر دخيل بنسبة كبيرة و هو الرصاص الذي نجده في وصل حبيبات المعدن مكونا كريات متفاوتة الأحجام.

صلابة العينة (H_V)	179,4

استنتاج:

- عينة مشكلة من سبيكة ثلاثية من برونز بالرصاص بنسبة معتبرة.
- ربما استعمل الانسان فلز النحاس، بإضافة كمية كبيرة من فلز الرصاص و هو القالينا (la galène PbS) ، الذي له خاصية هي تحسين من سيولة السبيكة عند صهرها، و عليه تكون مناسبة جدا لعملية القولبة، لكن في الوقت نفسه يكون المعدن هش.
- القطعة مشكلة بتقنية الطرق و التلدين المتناوب، و نلاحظ أن صلابتها عالية، ربما بسبب عمليات الطرق المتعددة لتسطيح القطعة.

البطاقة رقم 15

رقم جرد العينة	19I N° 43
مصدر القطعة	قسنطينة و ضواحيها
مكان الحفظ	متحف سيرتا

	التركيبة الكيميائية(%)											
	Cu	Zn	Sn	Pb	S	Cl	Fe	As	Se	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
عينة 19I N°43	85,2	-	6,3	5,1	-	0,09	0,07	0,2	-	0,06	0,09	2,89

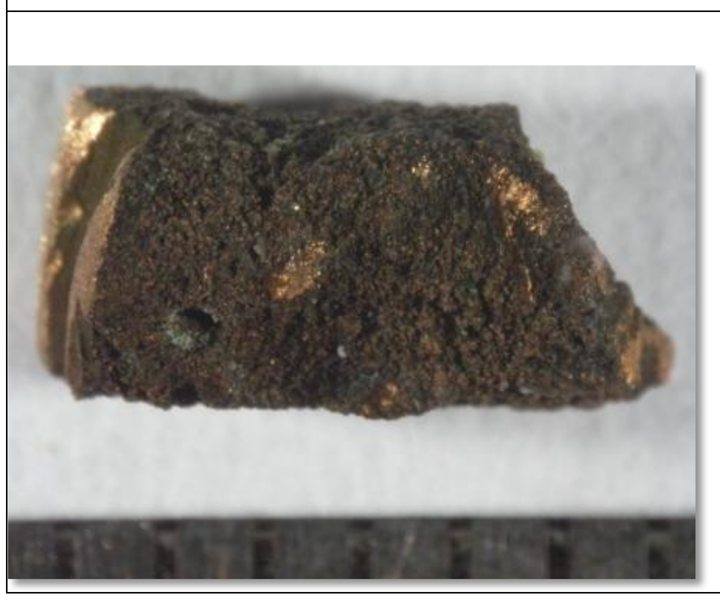
صورة 96: حلقة مهشمة

طولها: 73 ملم، عرضها: 4 ملم، و سمكها 3,5 ملم.

قطعة من حلقة رقيقة مهشمة النهايتين، مجهولة المصدر و مكتوب على البطاقة في المتحف: "قسنطينة و ضواحيها"، و خالية من الزخرفة.

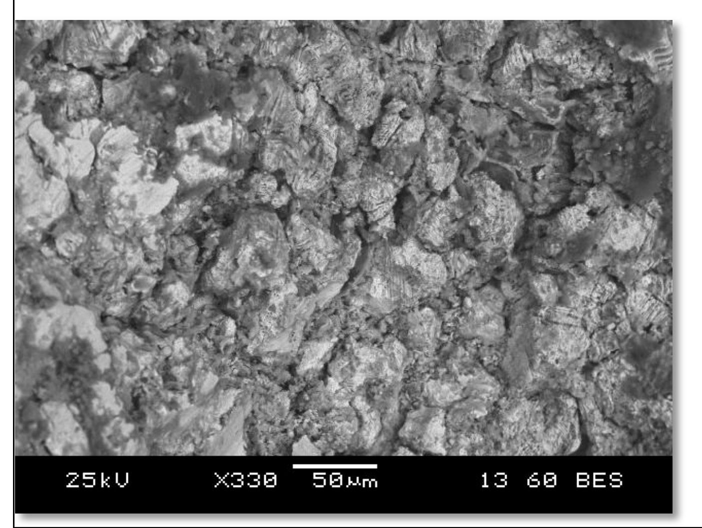
هي في حالة حفظ حسنة، لونه بني.

صورة 97: عينة *للحلقة المهشمة*



سطح العينة خشن، تغطيها أكسدة من نوع كوبريت، رغم ذلك نلاحظ أن المادة متماسكة.

صورة 98: صورة مجهرية *للحلقة المهشمة*



صورة مجهرية دون استعمال كاشف كيميائي مأخوذة بالجهاز الالكتروني (Microscope Electronique à Balayage, E.D.X.) يمكن استنتاج من خلال المسح أن السبيكة غير متجانسة، و تحمل أكسدة سطحية.

صورة 99: صورة ميكروغرافية *للحلقة المهشمة*



نلاحظ شكل الحبيبات المتعددة الأوجه تدل على استعمال معالجة ميكانيكية و حرارية في تشكيل الاداة، و هي ذات اطوار مختلفة راجع لعدم تجانس المعدن، كما نلاحظ العناصر الدخيلة و هي الرصاص التي تظهر في شكل بقع سوداء.

صلابة العينة (H_V)	150

استنتاج:

- هي عبارة عن سبيكة ثلاثية من البرونز بالرصاص.
- وجود نسبة من الزرنيخ (As) مع نسبة قليلة من الإثمد (Sb) يدل على استعمال الانسان لفلز النحاس الرمادي، بإضافة فلز القصدير الكاسيتيريت (la cassitérite) للحصول على سبيكة البرونز، ثم فلز الرصاص لتسهيل قولبتها.
- استعمل الانسان تقنية الطرق و التلدين المتناوب، مع استعمال الطرق كآخر عملية مما رفع درجة صلابة القطعة.

البطاقة رقم 16	
رقم جرد العينة	صندوق 94رقم 94 (Caisse 94 N°94)
مصدر القطعة	مغارة علي باشا
مكان الحفظ	متحف سيرتا

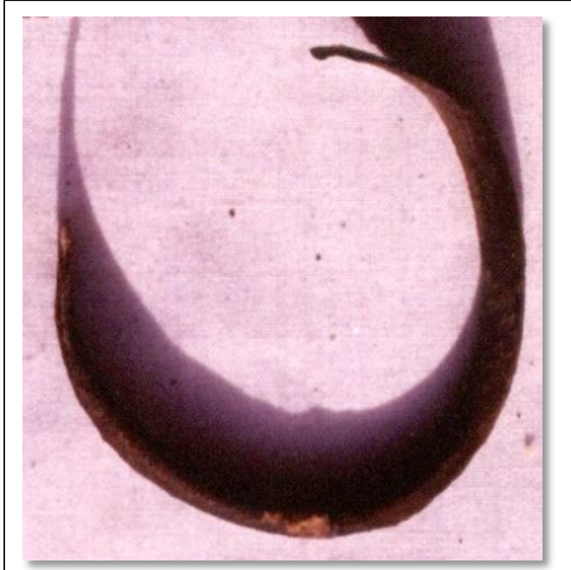
	التركيبة الكيميائية(%)									
	Cu	Zn	Sn	Pb	Cl	Fe	As	Se	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
عينة C94 N°94	70,7	25,5	0,009	0,07	0,1	0,04	0,4	0,02	0,02	0,03	3,12

صورة 100: حلقة مهشمة

قطرها: 44 ملم، سمكها: 5 ملم.

حلقة رقيقة مهشمة في احدى نهاياتيها، أما النهاية الثانية فهي تشبه رأس ثعبان، عثر عليها الباحث ديبروج (Debruge A.) في مغارة علي باشا، جسمها ذو مقطع دائري، هي خالية من الزخرفة.

هي في حالة حفظ حسنة، ذات الون البني، و الأخضر.

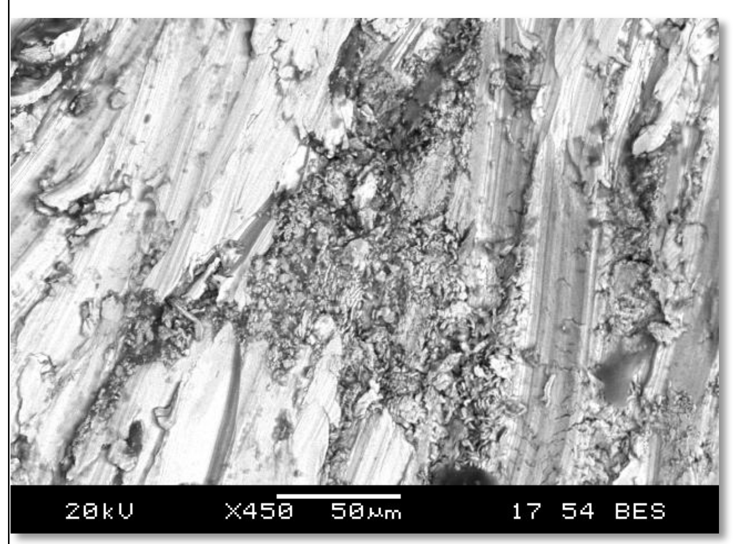


صورة 101: عينة *الحلقة المهشمة*

عينة مشكلة من مادة متماسكة، و قليلة الأكسدة، هذه الأخيرة شكلت غلاف خارجي متماسك ساعد على الحفاظ على العنصر النقي، و هي من نوع الكوبريت و المالاكيت.

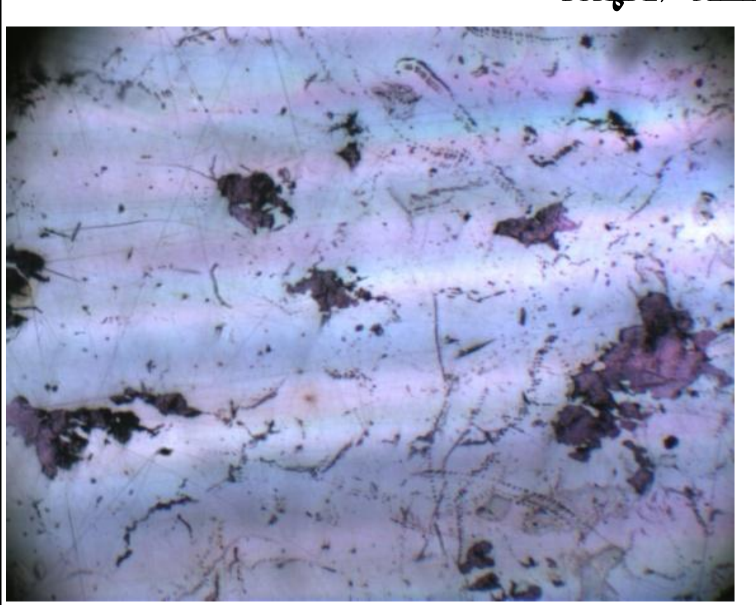


صورة 102: صورة مجهرية *للحلقة المهشمة*



صورة مجهرية مأخوذة بالجهاز الالكتروني (Microscope Electronique à Balayage, E.D.X.) ، نستنتج من خلال المسح أن السبيكة غير متجانسة، ذات ألوان فتح و قاتمة بالإضافة إلى وجود أكسدة السطحية.

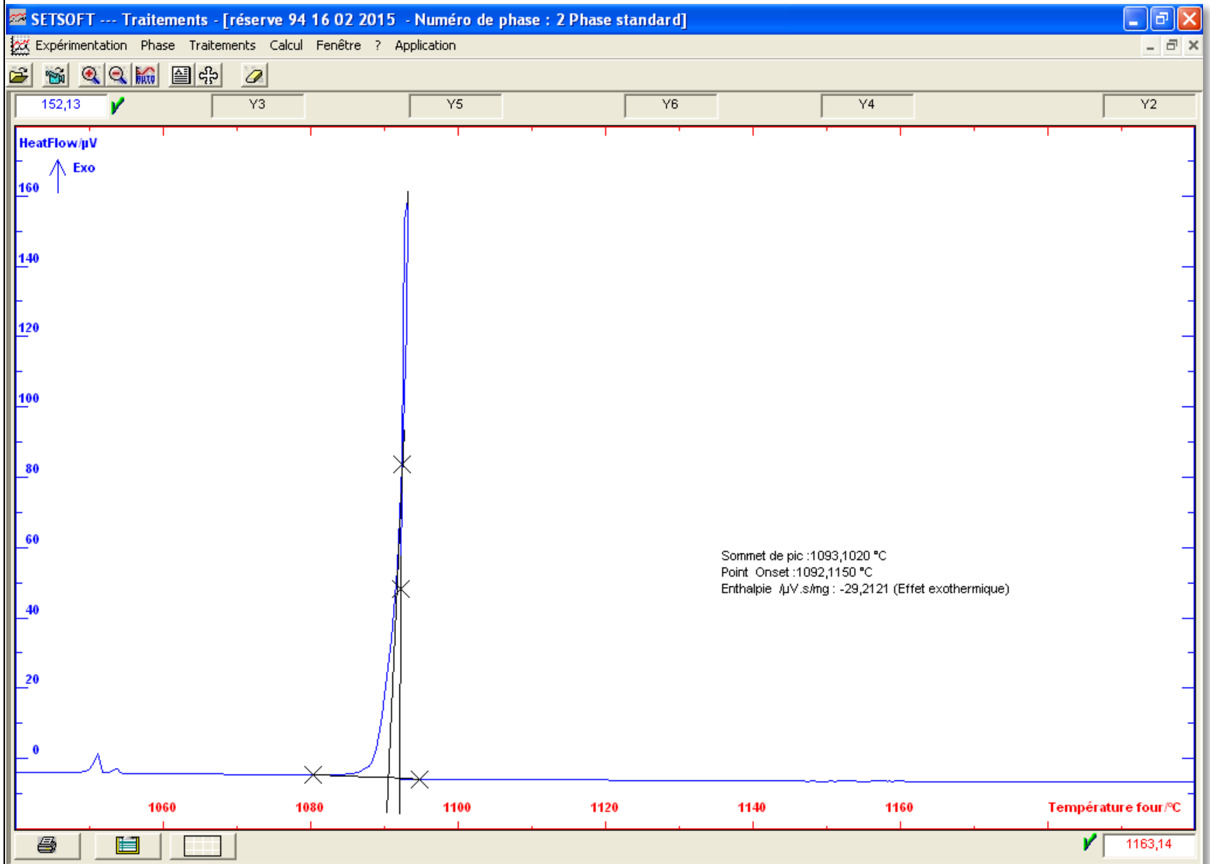
صورة 103: صورة ماكروغرافية *للحلقة المهشمة*



صورة مأخوذة بمجهر الميتالوغراف دون هجوم كيميائي، تؤكد عدم تجانس المعدن بوجود لون فاتح و هو اللون الأصفر لليطون، لون ثاني وردي يدل على وجود نسبة عالية من النحاس، بالإضافة إلى البقع القاتمة التي تدل على الكريات الدخيلة للرصاص، و استعمل الانسان معالجة حرارية في تشكيل الأداة.



شكل 42: رسم بياني لنقطة انصهار القطعة



تم التعرف من خلال هذه الدراسة أن أعلى درجة توصل اليها الانسان و التي تسببت في صهر المادة هي 1093°م، و هي قريبة من درجة صهر النحاس 1084°م، ربما ذلك راجع لوجود أكاسيد التي تعمل على رفع درجة انصهار المعدن.

صلابة العينة (H_V)	$H_V1=71,3$	$H_V2=72,2$

استنتاج:

- عينة تمثل سبيكة مزدوجة من ليطون، مع وجود صلابة منخفضة للمعدن، بما أن الليطون يعرف بمرونته مقارنة مع البرونز.
- احتمال أن الإنسان استعمل فلز النحاس الرمادي، و هذا بوجود نسبة ولو قليلة من الزرنيخ (As) و الإثمد (Sb)، كما أضاف سولفور التوتياء (ZnS).
- استعمل الانسان تقنية الطرق و التلدين المتناوب.

البطاقة رقم 17

رقم جرد العينة	صندوق 96 °N 94
مصدر القطعة	مغارة علي باشا
مكان الحفظ	متحف سيرتا

	التركيبة الكيميائية (%)											
	Cu	Zn	Sn	Pb	S	Cl	Fe	As	Se	Ag	Sb	الشوائب الأخرى
C94 N°96 عينة	82,6	-	8,7	5,4	-	0,08	0,1	0,4	-	0,07	0,09	2,56

صورة 104: حلقة ابزيم

قطرها: 31 ملم، و سمكها 4 ملم.

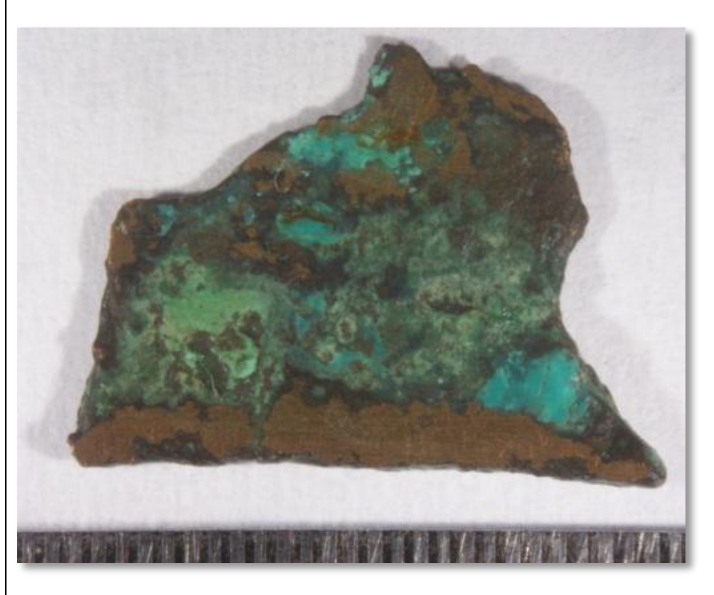
حلقة رقيقة مهشمة في احدى نهاياتها، أما النهاية الثانية فهي مسطحة و عمودية على محور الحلقة، تمثل حلقة ابزيم، مجردة من اللسان، عثر عليها الباحث ديبروج في مغارة علي باشا، و هي خالية من الزخرفة.



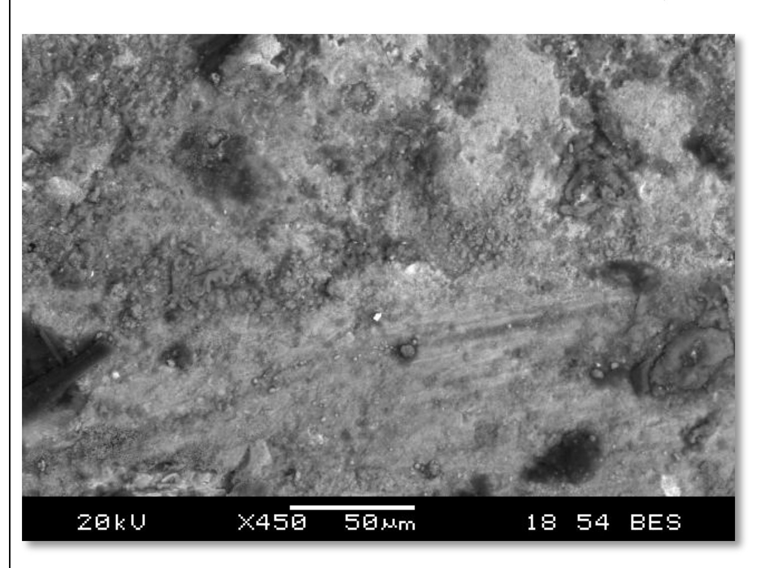
هي في حالة حفظ حسنة، ذات اللون البني و الأخضر.

صورة 105: عينة *لحلقة ابزيم*

نلاحظ انتشار التآكل على سطح العينة، في شكل كاربونات النحاس و هي المالاكيت باللون الأخضر، و الأزوريت باللون الأزرق، كما نلاحظ في الحواف أكسدة من نوع كوبريت ذات اللون البني.

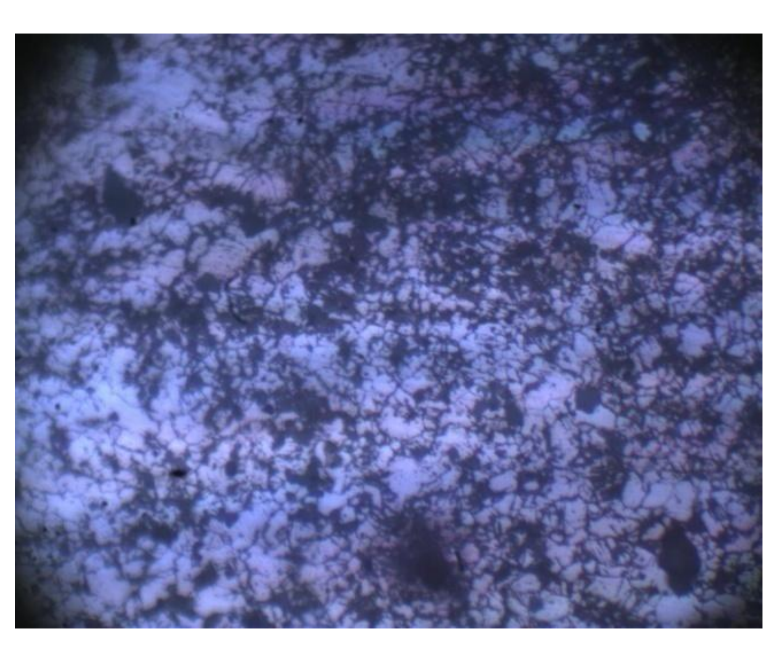


صورة 106: صورة مجهرية *لحلقة ابزيم*



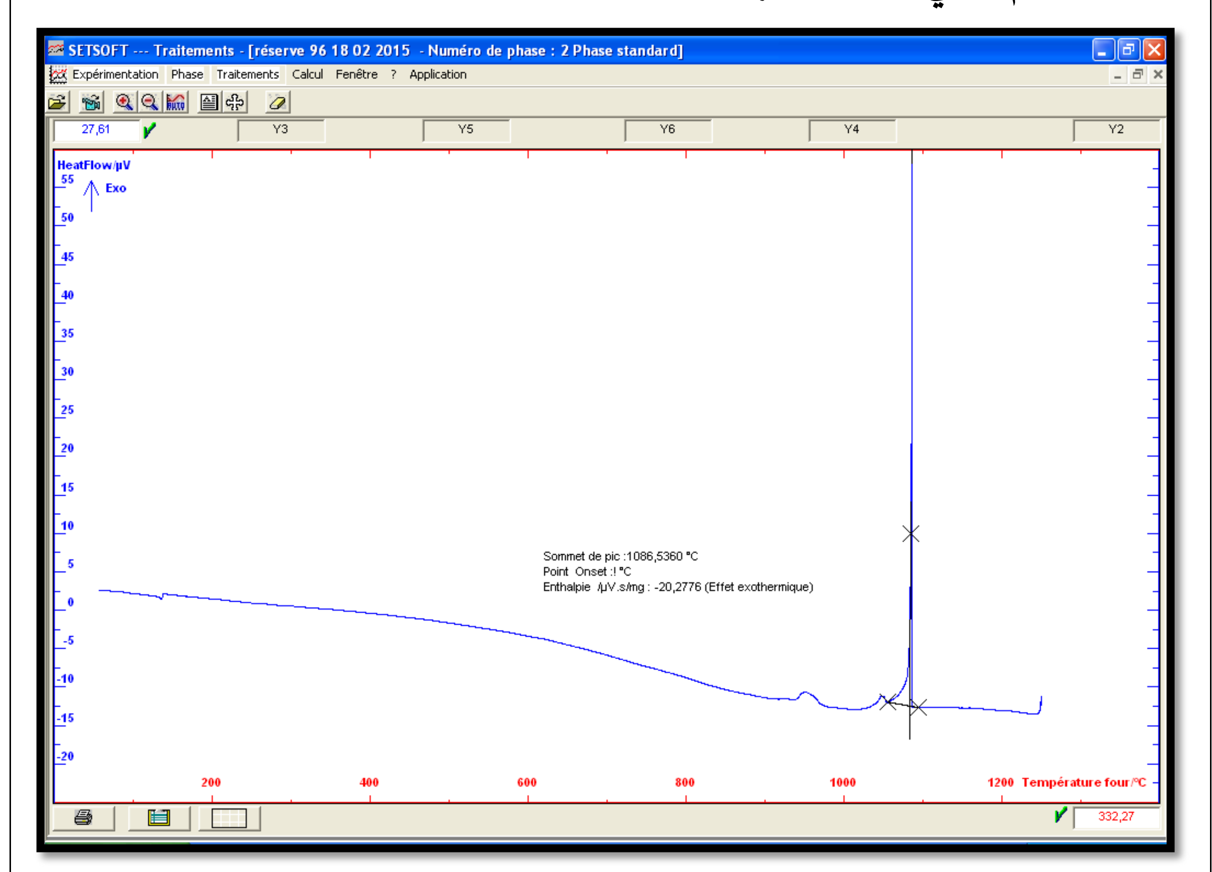
صورة مجهرية دون استعمال كاشف كيميائي مأخوذة بالجهاز الالكتروني (Microscope Electronique à Balayage, E.D.X.) نلاحظ جيدا من خلال المسح أن السبيكة غير متجانسة و خشنة، كما أنها تحمل أكسدة سطحية.

صورة 107: صورة ماكروغرافية *لحلقة ابزيم*



صورة مجهرية بدون هجوم كيميائي، نلاحظ وجود طورين طور يمتل خليط النحاس و القصدير، و طور يمثل الكريات الدخيلة الممثلة في الرصاص. كما أن هناك استعمال للمعالجة الحرارية و الطرق.

شكل 43: رسم بياني لنقطة انصهار القطعة



درجة الحرارة التي وصلت إليها العينة هي 1086°م، تقترب من نقطة انصهار النحاس (1084°م)، بالرغم من وجود نسبة من القصدير و الرصاص اللذين يلعبان دور المساعد المصهر (un fondant)، ربما أن السبيكة تحتوي على أكاسيد تستوجب درجات حرارية عالية للتمكن من ذوبان المعدن، و للتأكد يجب القيام بفحص أكثر دقة.

صلابة العينة (H_V)	$H_V1=53,9$	$H_V2=57,7$	$H_V3=52,1$

استنتاج:

- من خلال التركيبة، نلاحظ وجود سبيكة ثلاثية من برونز بالرصاص.
- احتمال استعمال الانسان فلز النحاس الرمادي بوجود نسبة قليلة من الزرنيخ (As) و الإثمد (Sb)، كما اضاف فلز القصدير أي الكاسيتيريت، بالإضافة إلى سولفور الرصاص (PbS) الذي يعرف بالقالينا (la galène).
- المعدن غير متجانس بدليل وجود طورين مختلفين.
- تشكلت الأداة باستعمال الطرق و التلدين المتناوب، من خلال الهيكلة المتبلورة للحبيبات، و صلابتها الضعيفة.

VII- استنتاج عام:

تضمنت هذه الدراسة عينات مأخوذة من الأدوات المعدنية المحفوظة في متحفي الباردو و سيرتا، عبارة عن حلي، عددها سبعة عشرة (17) عينة من مادة النحاس و سبائكه، و موزعة كما يلي:

– عشرة (10) عينات تنتمي لمتحف الباردو، مأخوذة من أساور مهشمة، تنتمي إلى أدوات دولمانات بني مسوس (الجزائر العاصمة)، و موقع قاستال، و دولمانات موقع بونوارة.

– سبعة (7) عينات تنتمي لمتحف سيرتا، مأخوذة من أساور، وحلقات صغيرة، و قطعة من ابزيم، تنتمي إلى مواقع بقسنطينة و ضواحيها، و موقع علي باشا ببجاية.

يمكن تلخيص الأسباب والدوافع التي جعلت الإنسان يقوم بتصنيع هذه الأدوات في النقاط التالية:

- للتزيين، في الحياة اليومية، و الاحتفالات الدينية.
- كقيمة طقسية (rituel)، أو نذرية (votive).
- كأثاث جنائزي.
- للتباهي والتفاخر وسط المجتمع بالانتماء لطبقة راقية. (M. Pernot, 2002, p. 100)

وفي ظل غياب تقارير دقيقة عن هذه الأدوات، وعن الأماكن التي كانت تشغلها داخل القبر، و كذا المضمون الأثري الذي وجدت معه، يصعب علينا تحديد وظيفتها في تلك الفترة.

وقد قمنا بعدة تجارب لمحاولة تصور السلسلة العملية، و مختلف التقنيات، و المعالجات التي انتهجها الحرفي لتشكيل هذه الأدوات، و توصلنا إلى النتائج التالية:

1- التركيبة الكيميائية للعينات:

- تتكون معظم العينات من سبيكة البرونز (Cu Sn) ، و هي تمثل اثنا عشر (12) عينة، تكون إما ثنائية (في خمسة عينات)، و هو ما يعرف بالبرونز الحقيقي، أم تكون ثلاثية بإضافة عنصر ثالث للبرونز و الذي يتمثل في عنصر الرصاص، أو عنصر التوتياء.

- ونجد خمسة (5) عينات مشكلة من سبيكة اليطون (Cu Zn)، تكون إما ثنائية (عينتين)، أو ثلاثية ممثلة في عينة واحدة، تحتوي على عنصر القصدير في تركيبة السبيكة، و قد تكون السبيكة رباعية ممثلة في عينتين، بوجود العنصرين الرصاص و القصدير.

- كما نستنتج من خلال التركيبة الكيميائية للعينات، أن وجود عنصر الرصاص في المعدن ليست صدفة، و إنما أضافه الإنسان للسبيكة، لما لديه من محاسن تعرف عليها الإنسان اثر محاولاته العديدة، حيث سهل عليه تعدين النحاس، من خلال تخفيض درجة انصهاره (1084°م)، مما سمح له تشكيل أدوات أكثر نجاعة، فقط عن طريق القولبة، لكنه لا يناسب للأدوات التي يستعمل فيها التطريق.

- كما سمحت لنا دراسة الشوائب، من التعرف على نوع الفلز الذي استعمله الانسان لتشكيل معظم أدواته، و يعرف بفلز النحاس الرمادي (les Cuivres Gris).

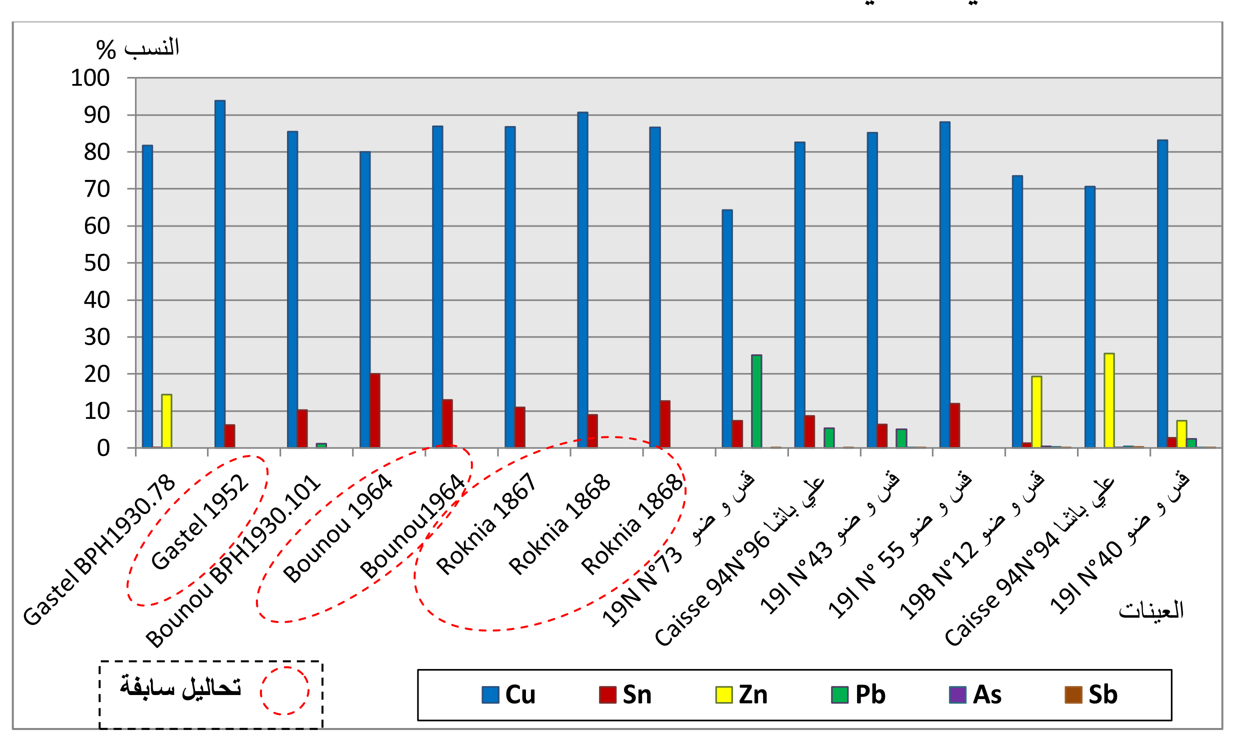
2- مقارنة التركيبة الكمائية للعينات مع التحاليل السابقة

اشرنا الى وجود بعض التحاليل السابقة وهي قليلة جدا، قام بها الباحثون الأوائل لبعض الأدوات التي تم اكتشافها في الجزائر، سواء في الشرق (الركنية، و قاستال، و سورين و خاتم ببونوارة)، و في الوسط (أساور موقع مفتاح ex Rivet ، و بني مسوس، و خنجر رأس شنوة)، و في الغرب (فأس كولومناتة).

و قد حاولنا مقارنة هذه التراكيب، مع تلك التي قمنا بها في هذا البحث، و هذا حسب انتشارها في الشرق، و الوسط و الغرب، و تمكنا من التعرف على ما يلي:

أ- نتائج التحاليل الكيميائية لمنطقة الشرق:

تم تحديد إلى حد الآن خمسة عشرة (15) تركيبة كيميائية، تنتمي إلى منطقة الشرق الجزائري، مست أدوات مواقع الركنية (J. R. Bourguignat, 1869, p. 194)، قاستال (G. Camps, 1952, p. 544)، و بونوارة (G. Camps, F. Camps, 1964, p. 72) و هي كالتالي:

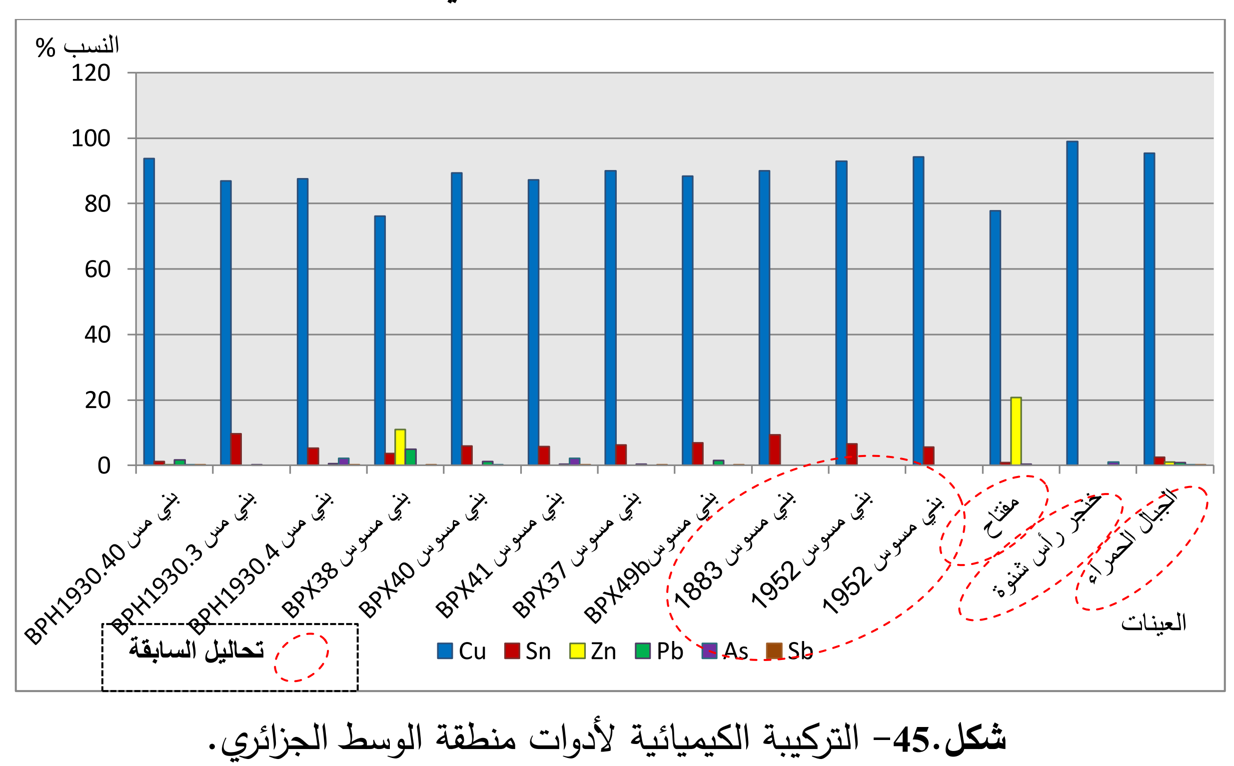


شكل.44- التركيبة الكيميائية لأدوات منطقة الشرق الجزائري.

نستنتج من خلال الشكل 44 أن معظم الأدوات التي تم تحليلها، تتكون من سبائك برونزية ذات نسب متقاربة، عددها 11 قطعة، بينما نجد سبيكة اللليطون ممثلة في أربعة أدوات فقط، تنتمي لتحاليل حديثة قمنا بها، و هي مختلفة تماما عن التحاليل السابقة.

ب- نتائج التحاليل الكيميائية لمنطقة الوسط:

تتميز التحاليل السابقة التي تنتمي لمنطقة الوسط بندرتها، و هي ممثلة بأربعة مواقع: موقع مفتاح (ex Rivet) (G. Camps, 1961, p. 439) و فأس رأس شنوه بتيبازة (G. Camps, 1960, p. 273)، موقع بالجبال الحمراء (G. Camps, 1963, p. 174)، و كذا موقع بني مسوس الذي تمثله ثلاث تركيبات، أقيمت أقدمها بطلب من الباحث روغنول (F. Reghault, 1883, p. 16)، و أخرى أقيمت بطلب من الباحث كامبس (G., Camps 1961, p. 438) ، بالإضافة إلى تلك التي قمنا بها و عددها ثمانية عينات، كما يوضحه الشكل الموالي:

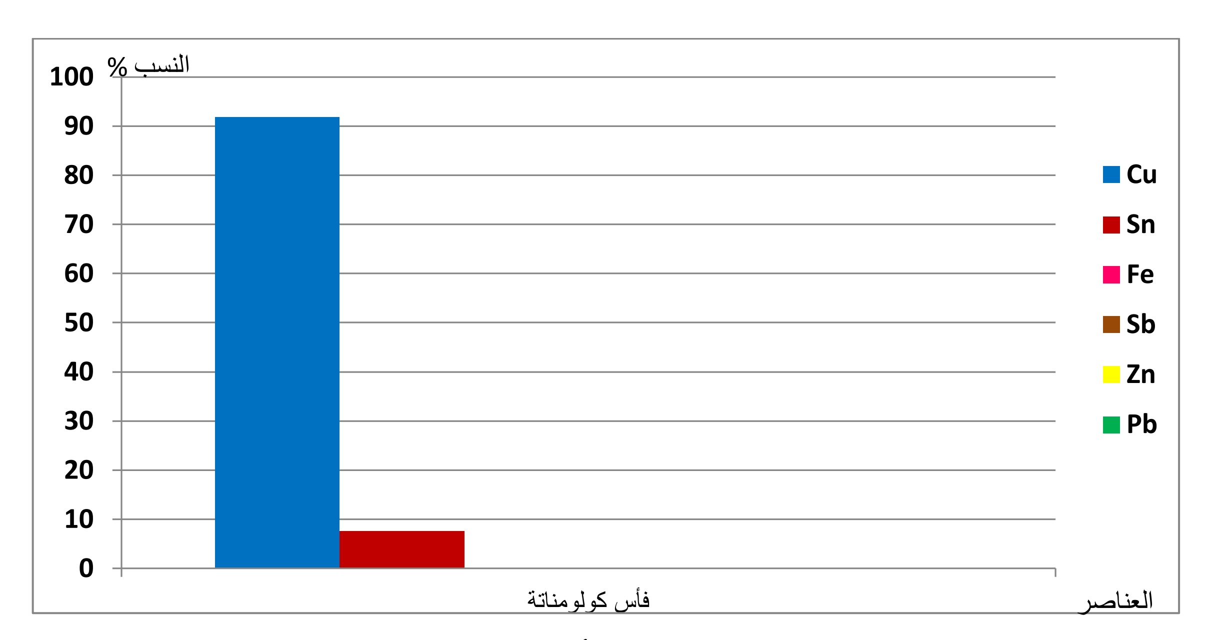


شكل.45- التركيبة الكيميائية لأدوات منطقة الوسط الجزائري.

حظيت دولمانات بني مسوس، بستة عشرة (16) تحاليل كيميائية، تدل في معظمها ان الانسان استعمل سبيكة البرونز في تشكيل أدواته (12 قطعة)، ثلاث قطع مشكلة من سبيكة اليطون، و كذا تحليل خنجر ذو لسين لموقع رأس شنوة، و الذي يدل عن استعمال الإنسان لفلز النحاس الخام، أو كاربونات النحاس في تشكيل أداته.

ج- **نتائج التحاليل الكيميائية لمنطقة الغرب:**

تميزت منطقة الغرب بندرة كبيرة في التحاليل الكيميائية للأدوات المعدنية رغم اكتشاف عدد معتبر منها، إلا أنها انفردت بتحليل وحيد تمثل في فأس موقع كولومناتة (Waldeck-Rousseau) المعروف حاليا بموقع سيدي حسني (تيارت) (P. Cadenat, 1956, p. 287)، و قد أكدت التحاليل مرة أخرى باستعمال الإنسان سبيكة البرونز، في تشكيل أداته كما يوضحه الشكل 46



شكل.46- التركيبة الكيميائية لأدوات منطقة الغرب الجزائري

و نستنتج من خلال كل هذه التراكيب، أن معظم الأدوات المعدنية التي تم تحليلها تتكون أساسا من سبيكة البرونز متمثلة في أربعة و عشوون (24) قطعة، أما سبيكة اليطون فتمثلت في سبعة (7) قطع فقط.

3- أما بالنسبة للدراسة الميتالوغرافية للعينات، فحاولنا تصور المراحل التي قام بها الإنسان آنذاك في تشكيل أدواته، و قد استنتجنا من خلال مشاهدة الهيكلة المجهرية للعينات ما يلي:

- قام الإنسان بتشكيل معظم أدواته نصف جاهزة و هذا بقولبتها، أو باستعمال النسائك ثم حاول إعطائها الشكل المراد، باستعمال عملية الطرق ثم التلدين. و تسمح تقنية الطرق بتشويه المعدن و إعطاءه الشكل المراد، إلا أن الطرق المكثف يجعل سطع العينة صلبا جدا (تصل إلى 140 فيكرس H_V) مما يؤدي إلى صعوبة تشويهه، واحتمال تشققه، لذا قام الحرفي بتسخين المعدن في حوالي 200° و 300°م حتى يستعيد المعدن مرونته مرة أخرى (تنخفض صلابة القطعة في هذه الحالة إلى 60 H_V) (J. P. Mohen, 1990, p. 48) ، و من ثمة تسترجع القطعة قابلية تشكيلها و هكذا حتى يتحصل الحرفي على الأداة الكاملة.

- كما تم التعرف على قطعة واحدة و هو عبارة عن سوار مهشم يحمل رقم الجرد: (BPH1930.78)، قام الإنسان بتشكيله باستعمال القولبة فقط، دون معالجة حرارية (Brut de Coulé) ، وجد هذا السوار في مقبرة قاستال و هو محفوظ في متحف الباردو.

- معظم العينات مشكلة من عدة أطوار، و هذا يدل على عدم تجانس السبائك، ربما بسبب مدة الحرق التي لم تكن كافية.

- تم ملاحظة عدة انواع من الأكسدة التي تغطي الأدوات المعدنية الموجودة في متحفي الباردو و سيرتا، لكن أخطرها تلك التي احتلت اماكن حساسة مثل "مابين الحبيبات"، التي تؤدي إلى فصل تدريجي للحبيبات، و من ثمة تفتت المادة.

4- أما بالنسبة لدراسة الصلابة المجهرية فقد تحصلنا على صلابة متغيرة:

أ- صلابة مرتفعة نوعا ما، تتراوح بين (100 إلى 160 H_V) إلى 179,4 H_V

و يمكن تفسير ذلك بـ:

- وجود نسبة معتبرة من القصدير في معظم العينات، الذي يعمل على رفع صلابة المعدن.

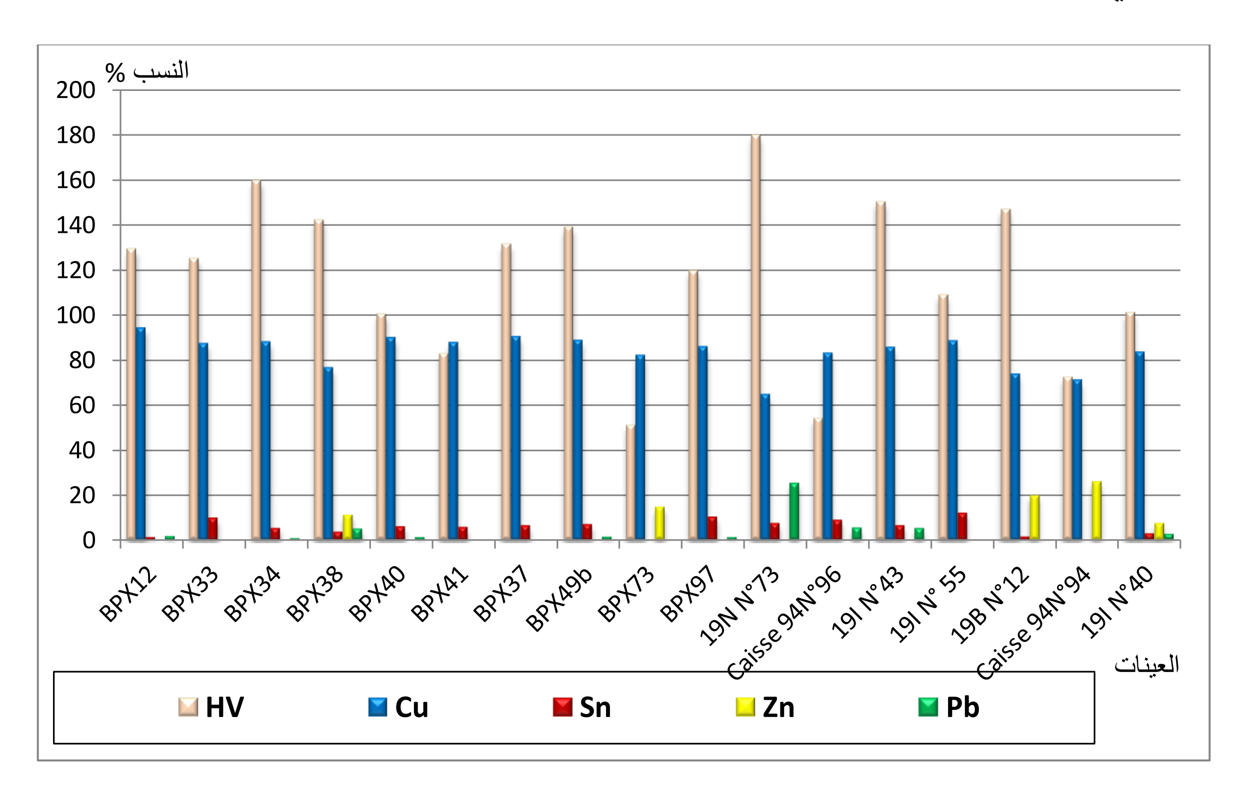
- استعمال عملية الطرق (Ecrouissage) كآخر خطوة قام بها بعد التلدين.

ب- تسجيل في بعض الأدوات صلابة منخفضة (ما بين 50 إلى 80 H_V) :

- بالنسبة للصلابة 50 H_V فهي تعود للعينة BPH1930.78 التي تنتمي لمقبرة قاستال و التي استعمل فيها الانسان تقنية الصب الخام لتشكيلها.

- احتمال استعمال معالجة حرارية كآخر عملية، مما يفسر الليونة الكبيرة للمعدن.

كذلك كشفت دراسة الصلابة أن التركيبة الكيميائية، لم تؤثر كثيرا على درجة الصلابة لأن نسبة القصدير خاصة ليست كبيرة في العينات مثل ما يظهر في الشكل التالي:

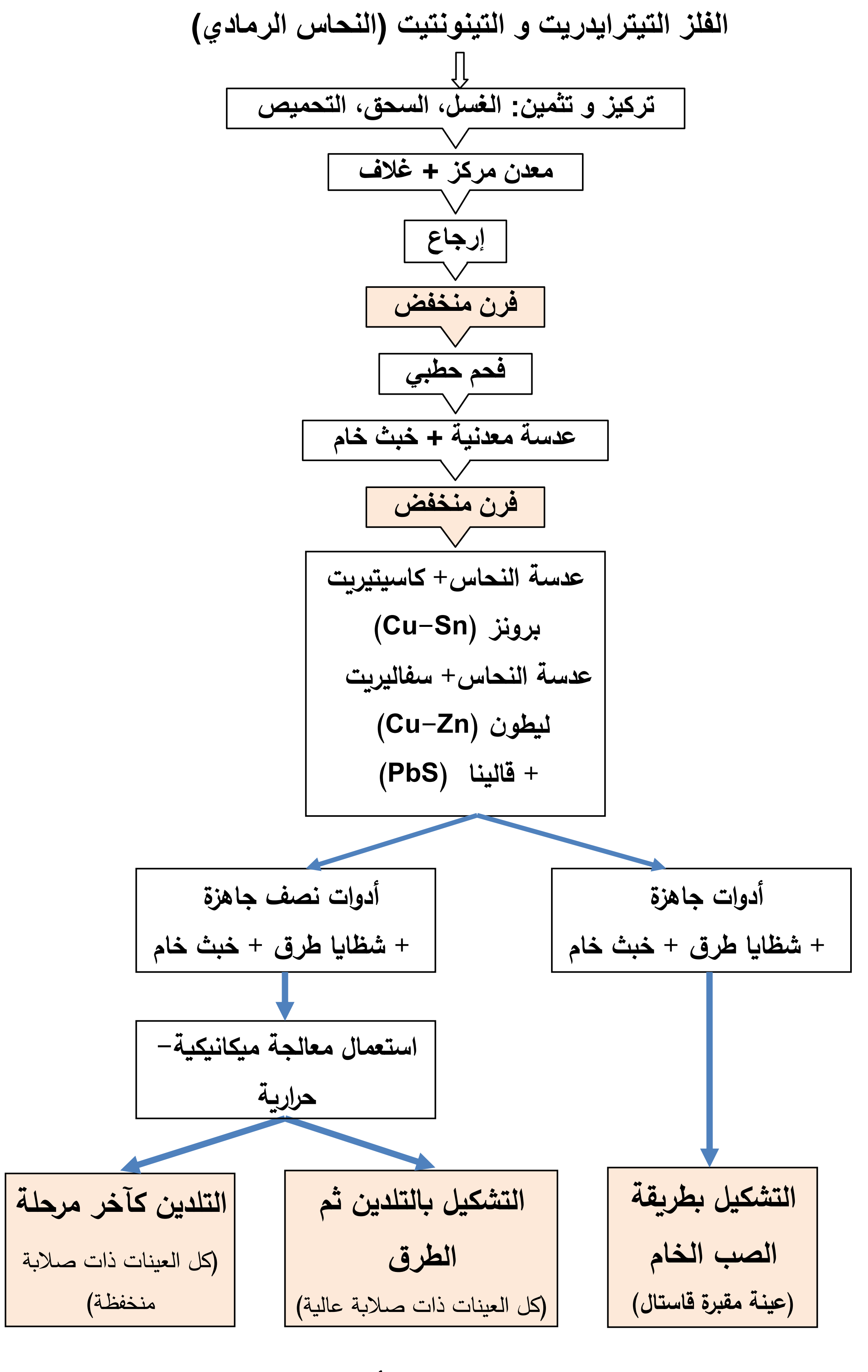


شكل.47- علاقة التركيبة الكيميائية بالصلابة المجهرية للعينات.

5 – تم استنتاج من خلال تجربة نقطة الانصهار على عينتين من متحف سيرتا، الأولى عبارة عن سبيكة الليطون و هي ممثلة في العينة Caisse 94 N° 94، و الثانية مكونة من سبيكة البرونز، و التي تمثلها العينة Caisse 94 N° 96، أن الإنسان تمكن من الوصول إلى درجات حرارية عالية (1093°م، و 1086°م) سمحت له بصهر النحاس بسهولة، و هذا دليل على دراية كبيرة في التحكم في النار.

6- إعادة تصور السلسلة العملية للعينات:

حاولنا إعادة تصور المراحل التي مر بها الإنسان في تشكيل الأدوات النحاسية وسبائكها التي تنتمي لمتحفي الباردو و سيرتا، و ذلك استنادا إلى كل المعلومات المنبثقة عن التجارب الدقيقة التي قمنا بها على كل عينة، و كذا إلى التجارب الكثيرة التي قام بها مختصين أوروبيين في محاولة اعادة تشكيل بعض الأدوات التي استعملها الحرفيين الأوائل(Guillaumet J.P.,2003, p. 31) ، و (J. Happ, 1998, p. 21) على فلزات مختلفة، من بينها تلك التي استعملت في تشكيل أدوات متحفي الباردو و سيرتا، و قد تحصلنا على السلسلة العملية التالية:



شكل.48– السلسلة العملية لتشكيل أدوات متحفي الباردو و سيرتا.

خاتمة

خاتمة:

تمثلت هذه الدراسة التحليلية المتواضعة، في معالجة عصر النحاس و البرونز في الجزائر من جانبين هامين، جانب بيبليوغرافي، حاولنا من خلاله التطرق إلى عصري النحاس و البرونز في الجزائر، من خلال نقد الدراسات السابقة التي تطرقت إلى هذا الموضوع، و التي أدت بنا إلى طرح العديد من التساؤلات، كانت انطلاقة لإعادة النظر في المعايير المستعملة من طرف الباحثين الأجانب، الذين أكدوا عدم معرفة سكان المنطقة للنحاس و البرونز إلى غاية قدوم الفنيقيين، الذين وجدو في المنطقة سكانا كانوا يعيشون دائما على النمط عصر النيوليتي، و بالتالي يرجع الفضل لهم في تعليمهم حرفة تعدين الحديد و البرونز.

و لقد اتضح من خلال تحليل هذا الموضوع، أن فرضية عدم وجود عصري النحاس و البرونز في الجزائر، مبنية أساسا على استنتاجات نوجزها فيما يلي:

- تقديم تأريخات خصت في معظم الحالات مصادر أثرية متأخرة.
- قلة الأدوات المعدنية المتوفرة.
- ظاهرة إرجاع أصل الموروث الثقافي المحلي إلى حضارات أجنبية، بحجة وجود علاقات منذ فترة النيوليتي بين كل من شرق الجزائر، و تونس، مع الجزر الإيطالية من جهة، و كل من غرب الجزائر، و المغرب، مع الجزر الايبيرية من جهة أخرى.

في المقابل، و استنادا إلى المعطيات التي استخلصناها من خلال عملية جرد الأدوات المعدنية التي أشار اليها بعض الباحثين الأجانب في منشوراتهم، تمكنا من إحصاء أكثر خمس مئة و ثمانية و ثلاتون (538) قطعة من النحاس و سبائكه تنتمي لفترة فجر التاريخ، مع العلم أنه في الوقت الحالي لا يوجد إلا على مئتين و سبعون (270) قطعة، مئتان و خمسة و أربعون (245) محفوظة في متاحف وطنية، و خمسة

و عشرون (25) قطعة موجودة في متاحف أجنبية. و بحكم العدد الهائل للمعالم الموجودة في مختلف المواقع و تعدد الحفريات فيها، يتجلى أن عدد الأدوات المحفوظة في متاحفنا ضئيل جدا، و هذا راجع لما عانته مقابرنا من نهب و تخريب، فإذا أخذنا على سبيل المثال لا الحصر مقابر بونوارة، و الركنية و التي تعد بالآلاف، فإننا لا نجد بالمقابل سوى ثلاث قطع تنتمي لموقع بونوارة، و قطعة واحدة لموقع ركنية، محفوظة بمتحف الباردو.

لهذا و من أجل فتح آفاق جديدة في مسألة التعدين البدائي بالجزائر، ينبغي إجراء حملات استكشافية مكثفة في الميدان للحصول على معطيات جديدة، حتى نتمكن من الإجابة على مختلف الأسئلة، و هو الحل الذي اقترحه الباحث كامبس أيضا، مضيفا القول: "إذا لا يزال ذلك ممكنا"، وعبارته هذه تؤكد تخريب معظم المعالم الضخمة إن لم نقل كلها.

أما الجانب الثاني الذي سعينا إليه من خلال دراسة سبعة عشرة (17) عينة معدنية تنتمي إلى متحفي الباردو و سيرتا، هو محاولة إعادة بناء الخطوات التي قام بها الحرفي منذ استخلاصه للفلز من المنجم، إلى غاية تشكيله للأداة النهائية، حتى نتمكن من مقارنة هذه التقنيات، مع تلك المستعملة في تشكيل الأدوات المعدنية التي تنتمي إلى عصري النحاس و البرونز بالمناطق الأخرى.

و للوصول إلى الهدف المنشود، اعتمدنا على تجارب مختلفة نعرفها كما يلي:

- تحديد التركيبة الكيميائية للعينات.
- الدراسة الميتالوغرافية.
- التحقق من صلابة العينات.
- أخيرا التعرف على نقطة انصهارها من خلال عينتين فقط.

و على ضوء النتائج التي تحصلنا عليها، توصلنا إلى مختلف الاستنتاجات التي نوضحها في النقاط التالية:

1- تشكلت عينات متحفي الباردو و سيرتا من نوعين من سبائك النحاس و هي:

- سبيكة البرونز (Cu Sn)، ممثلة بإثنا عشرة (12) عينة، من بينها ثمان (8) عينات تنتمي لمتحف الباردو، و أربعة (04) عينات تنتمي لمتحف سيرتا.

- يدخل في تركيبة هذه السبائك البرونزية، عنصر ثالث لتشكيل سبيكة ثلاثية، و هو يتمثل إما في عنصر الرصاص(Pb) و هو الأغلبية، أو التوتياء (Zn)وقد أكد الباحثون أن وجود هذا العنصر الثالث و أخص بالذكر الرصاص، ليس بمحض الصدفة، و إنما أضاف الانسان فلز الرصاص المعروف بالقالينا (La Galène PbS) عن قصد، لما يقدمه من خدمات تخص طريقة التشكيل، إذ يساعده في تخفيض من درجة حرارة انصهار النحاس التي تتطلب 1084°م، و كذا سيولة جيدة للمعدن المنصهر و من ثمة قولبة مثالية، و جودة الأداة المحصل عليها.

- سبيكة اليطون (Cu Zn): و هي ممثلة في خمسة (05) عينات، قطعتان (2) تنتميان لمتحف الباردو، و ثلاث (3) قطع تعود لمتحف سيرتا.

تشكل هذه العينات اليطونية، سبيكة ثلاثية بوجود عنصر الرصاص(Pb) فقط. كما أنها تشكل سبيكة رباعية بحضور عنصري الرصاص(Pb)، و القصدير(Sn) معا.

- تدخل في تركيبة العينات البرونزية، و اليطونية عناصر أخرى تعرف بالشوائب، هذه الأخيرة تساعدنا أحيانا في التعرف على نوع الفلز الذي استعمله الانسان، مثل ما هو الحال بالنسبة لبعض عينات متحف الباردو و سيرتا، أين تم التعرف على وجود عنصري الزرنيخ (As)، و الإثمد (Sb)، اللذان يدلان عن استعمال لفلز خاص للنحاس يعرف بـ"النحاس الرمادي" (cuivre gris)، المكون من تيترايدريت (tétraédrite)، و تينونتيت (ténantite).

– قمنا بمقارنة التحاليل التي تمت من قبلنا، و تلك التحاليل السابقة القليلة، التي خصت أدوات معدنية عثر عليها في الجزائر، و التي تعود إلى فترة فجر التاريخ، و توصلنا إلى أن معظم هذه الأدوات مشكلة من سبيكة البرونز.

2- من خلال الدراسة الميتالوغرافية للعينات، و التي سمحت لنا من مشاهدة هيكلتها المجهرية (شكل الحبيبات، الكريات الدخيلة، نوع الأكسدة، و غيرها) اتضح لنا ما يلي:

– تعرضت معظم العينات باستثناء قطعة واحدة، لمعالجة ميكانيكية–حرارية، كما يدل على ذلك إعادة بلورة الحبيبات عن طريق عملية التسخين الثانوي، و هذا ليسترجع المعدن قابلية التشكيل، و بالتالي مواصلة عملية الطرق حتى الحصول على الأداة المراد تشكيلها.

– تظهر الهيكلة البلورية للقطعة المتبقية التي تنتمي لمقبرة قاستال، على شكل تفرعات شجيرية، مما يدل عن تقنية تشكيل مخالفة عن الأدوات الأخرى، و هي قولبة القطعة و طرقها على البارد دون اللجوء إلى معالجة حرارية.

– كما سمحت لنا الصورة المجهرية للعينات، من مشاهدة وضعية الرصاص عند برودة السبيكة، وقد لاحظنا وجود تجمعات معدنية منعزلة ذات لون قاتم، يختلف عددها باختلاف نسبة هذا العنصر في السبيكة، تعرف بالكريات الدخيلة (inclusion)، و هي تنتشر في وصل الحبيبات، و هذا راجع لعدم وجود توافق بين النحاس و الرصاص، مما يِؤدي إلى عدم تجانس السبيكة.

3– تم التعرف على صلابة العينات، باستعمال جهاز خاص لتحديد الصلابة المجهرية حسب تجربة فيكرس (H_V)، و تحصلنا على نسب قمنا بتحليلها كما يلي:

– تسجيل نسب منخفضة (ما بين 50 إلى H_V 80)، و هي تعبر عن استعمال تقنية الصب الخام، و كذا معالجة حرارية، و المتمثلة في التلدين كآخر عملية قام بها الإنسان و هذا ما يؤدي إلى استرجاع المعدن لليونته.

– وجود نسب لصلابة مرتفعة نوعا ما، تتراوح بين (100 إلى H_V 160) و هي لها علاقة بوجود نسبة معتبرة من القصدير الذي يعرف بكونه يرفع من صلابة للمعدن، بالإضافة إلى استعمال الإنسان للطرق كآخر خطوة قام بها مباشرة بعد التلدين، و هذا لتشكيل أداته، علما أن عملية الطرق تساعد على رفع صلابة، و مقاومة المعدن للتشويه.

– كما سجلنا وجود عينة ذات صلابة مرتفعة، تصل إلى H_V 179,4 ، و نفسرها باحتوائها على نسبة معتبرة من القصدير بالإضافة إلى احتمال استعمال الطرق المكثف للقطعة (Ecrouissage).

4– قمنا بدراسة نقطة الانصهار من خلال عينتين فقط، أحدهما مشكلة من سبيكة البرونز و الأخرى عبارة عن ليطون، و بعد عرضهما على جهاز ATD، اتضح أن أقصى درجة بلغها الإنسان في تسخين العينة Caisse 94 N° 94، و التي تمثل سبيكة اليطون، هي 1093°، و درجة 1086° بالنسبة للعينة Caisse 94 N° 96، التي تمثل سبيكة البرونز، و نفسر ذلك كما يلي:

– عند مقارنة نقطة انصهار العينة الأولى، مع تركيبتها الكيميائية، نجد ان هذه الدرجة أي (1093°م) منطقية، قريبة من نقطة انصهار النحاس(1084)، ذلك لاحتواء هذه العينة على أكاسيد، التي تتطلب درجات حرارية عالية، بالإضافة إلى غياب الرصاص الذي يساهم هو الآخر في تخفيض من درجة الانصهار.

– أما بالنسبة للعينة الثانية المشكلة من سبيكة البرونز بنسبة 8,7 % من القصدير، و 5,4 % من الرصاص، كنا نتوقع درجة انصهار أقل من نقطة انصهار

النحاس، مع وجود هذان العنصران، إلا أن النتيجة بينت العكس، و أعطت درجة مماثلة لنقطة انصهار النحاس، و هي نتيجة تتطلب فحصا أكثر عمقا، للتمكن من تفسيرها.

لقد عرف إنسان ما قبل التاريخ صعوبات، و إخفاقات عديدة في تشكيل أدواته، و بالرغم من ذلك، تمكن من استئناس هذا المعدن، و بفضل تعدد مناهج الدراسة وحداثة الوسائل المنجزة، والمستعملة إثر تناولنا لهذا الموضوع، و التي أصبحت ضرورية و أساسية في الوقت الراهن، أصبح من الممكن التعرف على هذه الصعوبات، و الخطوات التي يمكن استخلاصها من خلال الهيكلة المجهرية للقطعة المعدنية.

و بإيجاز يمكن القول أن دراسات بعض الباحثين الأجانب في هذا الجانب من تاريخنا كانت غير موضوعية، نظرا للتناقض الذي لاحظناه بين ما كتبوه، و بين الواقع الحالي المتمثل في البقايا الأثرية النحاسية و البرونزية الكثيرة التي قمنا بجردها، بالإضافة إلى عدد لا يحصى من الأدوات التي ضاعت من جراء الحفريات العشوائية الكثيرة، و التي لا نجد إلا القليل منها محفوظة في متاحفنا، و في ضل كل هذه المعطيات نستنتج، حسب رأينا الخاص، أن الجزائر عرفت كمثيلتها من البلدان المجاورة عصري النحاس و البرونز، و ندعم هذا الرأي بالدراسة المخبرية التي قمنا بها و التي تمكننا من خلالها تحديد الطرق التي انتهجها الإنسان في تشكيل بعض أدوات متحفي الباردو و سيرتا، و هي الطرق نفسها التي تم تشكيل الأدوات التي تنتمي إلى عصري النحاس و البرونز في المناطق الأخرى من العالم.

هذا العمل، محاولة متواضعة لإلقاء الضوء على الواقع الحالي التي تعرفه الجزائر عن عصري النحاس و البرونز، و في انتظار دراسات مستقبلية أخرى، و معطيات جديدة في هذا الميدان، نرجو أننا وفقنا في زرع الشكوك عن الأفكار السلبية المبنية عن دراسات سابقة في مجال المعادن المستعملة في الجزائر.

قائمة المراجع

قائمة المراجع

I - باللغة العربية

1- ابراهيم محمد عبد الله، 2012: دراسات علمية في علاج و صيانة الآثار المعدنية. طبع دار المعرفة الجامعية.

2- شاهين عبد المعز، 1993: طرق صيانة و ترميم الآثار و المقتنيات الفنية. الهيئة المصرية العامة للكتاب.

3- عياتي خوخة، 2003: التعدين القديم في شمال الجزائر، دراسة الأدوات المعدنية المحفوظة في متحفي سيرتا (قسنطينة) و الباردو (الجزائر). رسالة لنيل شهادة الماجستير تخصص ما قبل التاريخ.

4- مصطفى رميلي، 2002 : المعالم الجنائزية "فجر التاريخ" بمنطقة آشير، جبال التيطري، رسالة لنيل شهادة ماجستير في آثار ما قبل التاريخ، بجامعة الجزائر.

II- باللغة الأجنبية

1- **Ait M'Hand F.**, 1994 : Etude de la parure pré et protohistorique du Maroc, (Etude Analytique, Technique et Tracéologique). Mémoire de fin d'étude du II[eme] Cycle, Option Préhistoire.

2- **Alquier J.**, 1927 : L'Age des Métaux Mégalithiques d'Ain el Hammam, Commune Mixte de Barika. In : Comp.- rend. Du LI° Cong de Associa. Franç. Pour l'Avanc. des Scien., Constantine. P. 311-316.

3- **Ambert P.**, 1998 : Métallurgie préhistorique, métallurgie expérimentale, les fours, état de la question, perspectives de recherches. In : Paléométallurgie des cuivres. Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1997.Collection Monographies instrumentum 5, édition monique mergoil. P. 1-15.

4- **Antoine M.**, 1952 : les grandes lignes de la préhistoire Marocaine. In : 2 [eme] Congrès Panafricain de Préhistoire.

5- **Benoît M., Bourgarit D.**, 1998 : Du minerai de cuivre sulfuré traité dès le chalcolithique : les exemples de Cabrières (Hérault) et Al Claus (Tarn-et Garonne). In : Paléométallurgie des cuivres. Actes du colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1997.Collection Monographies instrumentum 5, édition monique mergoil.

6- **Berbrugger A.**, 1857 : Chronique, Kalaa, près de Guyotville . In : Revue Africaine Vol. 2, p : 485.

7- **Bétekhtine A.**, 1968 : Manuel de Minéralogie Descriptive. Edition MIR, Moscou.

8- **Blanché F.**, 1913 : Ruines Berbères des environs de Ain El-Turk. In : Bull. de la Soc. de Géogr. et d'Archéo. d'Oran. TLVI, p : 223-228.

9- **Bocoum H., Guillot I., Fluzin P.**, 1988: Apport de Métallographie Structurale à l'Interprétation Fonctionnelle de Trois Objets en Fer du Sénégal. In : Revue d'Archéométrie, Vol. 12, N° 1, p. 57-70.

10- **Bosco J.**, 1918 : Industrie des cavernes et des campements en plein air. Chapitre premier : Introduction à l'établissement des phéniciens à Cirta. In : Rec. des not. et mem. de la soc. archéo. de Constantine. P : 87-208.

11- **Bourguignat J. R.**, 1869a : La Malacastratigraphie ou l'Age des gisements ante-historiques déterminés par l'étude des mollusques. In Revue Encyclopédique Hébdomadaire des Progrès des Sciences et de leurs Applications, XVIII^{e} année, 3^{e} série, T. VII- 25 livraison, p : 670-674.

12- **Bourguignat J.-R.**, 1869b : Monuments mégalithiques de Roknia. In : Matériaux pour l'Histoire de l'Homme. 2eme Série N° 4 Avril.

13- **Boysson Cpt.**, 1869 : Les Tombeaux Mégalithiques des Maâdid. In : Rec. des not. et mem. de la soc. archéo. de Constantine. Vol. XVII, p : 621-636.

14- **Brahimi C.**, 1970 :L'Iberomaurusien Littoral de la région d'Alger. Mémoire du C.R.A.P.E., Edition A.M.G., Paris.

15- **Briard J.**, 1965 : Corrosion et Conservation des Bronzes protohistoriques. In : Travaux du Laboratoire d'Anthropologie Préhistorique de la faculté des Sciences de Rennes. Chapitre III., C.N.R.S. p : 27-37

16- **Broca P.**, 1869 : Dolmens et hommes blonds de la Lybie. In : Matériaux pour l'Histoire de l'Homme, 2eme Série, N° 7, Juillet. P : 341-344.

17- **Brunon Col.**, 1876-1877 : Notice sur les dolmens et tumulus de l'Algérie. In : Rec. des not. et mem. de la soc. archéo. de Constantine. T. XVIII, p :324-343.

18- **Burger E.**, 2008 : Métallurgie extractive protohistorique du cuivre : Etude thermodynamique et cinétique des réactions chimiques de transformation de minerais de cuivre sulfurés en métal et caractérisation des procédés. These de Doctorat de l'Université Pierre et Marie Curie (PARIS 6).

19- **Cadenat P.**, 1956 : Découverte d'une hache de bronze dans la commune-mixte de Tiaret. In : Libyca, Anthropologie, Préhistoire Tome IV – 2e semestre, p : 283-287.

20- **Cadenat P.**, 1966 : Atlas préhistorique de l'Algérie. – Feuille n° 33P Tiaret. In : Libyca, Anthropologie, Préhistoire Tome XIV, p : 21-113.

21- **Cadenat P.**, 1972 : Columnata : la hache de bronze. Recherche Coopérative sur Programme N° 151 « Origine et évolution du peuplement des régions Saharienne ».Travaux de L.A.P.M.O, Aix en Provence, Encyclopédie Berbère, Edition Provisoire, Cahier N° 5, p : 7-8.

22- **Cadenat P.**, 1994 : La hache de bronze de Columnata. In Encyclopédie Berbère, Cahier N° : XIII, p : 2064.

23- **Camps-Fabrer H.**, 1962 : Parures des temps préhistoriques en Afrique du Nord. Thèse de Doctorat du troisième cycle. Imprimerie officielle, 7 et 9 rue Trollier – Alger.

24- **Camps G.**, 1952 : La céramique des monuments mégalithiques, collections du Musée du Bardo, Alger. In Congrès Panafricain de préhistoire, Actes de la IIe session, Alger. Edition A.M.G. Paris.

25- **Camps G.**, 1953 : Les dolmens de Beni-Messous. In Libyca, Anthropologie-Préhistoire-Ethnographie: T I – juillet.

26- **Camps G.**, 1960: Les traces d'un âge du bronze en Afrique du Nord. Revue Africaine T CIV.

27- **Camps G.**, 1961 : Au Origines de la Berbérie, Monuments et Rites Funéraires Protohistoriques. Ed. Paris, A.M.G.

28- **Camps G.**, 1963 : Notes de Protohistoire Nord-Africaine. II-Bracelets en bronze trouvés aux Montagnes Rouges (Orléansville). In : Libyca, Anthropologie-Préhistoire-Ethnographie. T XI, p : 174-176.

29- **Camps G.**, 1964 : Notes de Protohistoire Nord-Africaine. IV- Une Date absolue de monument funéraire protohistorique. Le Tumulus de l'Oued Montana (Ferkane). In : Libyca, Anthropologie-Préhistoire-Ethnographie. T XII, p : 298-299.

30- Camps G., 1965 : Relations Protohistoriques entre la Berbérie Orientale et les Iles Italiennes. In : Congrès Préhistorique de France. Compte rendu de la XVIe Session Principauté de Monaco 1959, Paris.

31- Camps G., 1992a : Bronze (Age du). In : Encyclopédie Berbère, N° 11, Aix-en-Provence, Edisud.

32- Camps G., 1992b : L'Age du Bronze En Afrique du Nord. Etat de La Question. In : Atti del III Convegno di Stidi « Un millennio di relazioni fra la Sardaigna e i Paesi del Mediterranio » Salargius-Cagliari 19-22 Novembre 1987. Ediziono Della Torre, pp. 527-548.

33- Camps G., Cadenat P., 1980 : Nouvelles données sur le début de l'âge des métaux en Afrique du Nord. Travaux de L.P.E.M.O, Aix en Provence.

34- Camps G., Camps F. H., 1964 : La nécropole mégalithique du Djebel Mazela à BouNouara. Mémoire du C.R.A.P.E. N°III, Paris A.M.G.

35- Camps G., **Giot P. R.,** 1960: Un Poignard chalcolithique au Cap Chenoua. In: Libyca Archéologie-Préhistoire-Ethnographie. T VIII, 1er Semestre.

36- Cessac J., Tréherne G., 1966 : Chimie. Edition Fernand Nathan.

37- Chabassière J., 1886-1887 : Ruines et Dolmens du Djebel Fortas et ses Contre-fort. In : recueil des notices et mémoire de la société archéologique de la province de Constantine, T. XXIV, p : 96-138.

38- Chabot M., 1934-1935 : Rapport sur un renvoi de Massiera, Principal du collège de Sétif. Ain Roua. In : Bull. Archéo. du Comité des Trav. Hist. Et Scient. P : 241-242.

39- Chamla M. C., 1975 : Les Hommes des sépultures protohistoriques et puniques d'Afrique du Nord (Algérie et Tunisie). In : L'Anthropologie (Paris), T. 79, n° 4, pp. 659-692.

40- Chaussin C., Hilly G., 1974 a : Métallurgie, alliages métalliques. Tome 1 Technologie et Université. Edition Dunod.

41- Chaussin C., Hilly G., 1974 b : Métallurgie, élaboration des métaux. Tome 2 Technologie et Université. Edition Dunod.

42- Collombié M. et Coll, 2012 : Matériaux métalliques , Propriétés, Mise en Forme et Applications industrielles des métaux et Alliages. 2eme édition. Edition Dunod.

43- Cureyras G., 1886 : Les traces du passés à Lamoricière. In : Bull. de la Soc. De Géogr. et d'Archéo. d' Oran, T. VI, p : 123-135.

44- Cussin M., 1931 : Decouverte à Auribeau. Bull. Mens. De la Soc. Archéo. Histo. Et Géogr. Du départ. de Constantine, N° 54, p : 319-320.

45- De Bayle Des Hermens R., 1966 : La station néolithique du piton sud du Col de Guentoufa Tiaret - Algérie. In : Libyca, Anthropologie-Préhistoire-Ethnographie. T XIV, p : 209-222.

46- De Bayle Des Hermens R., Calvet R., 1966 : Le site de Mécherasfa sur la haute Mina, Eperon barré et Nécropoles. In : Libyca, Anthropologie-Préhistoire-Ethnographie. T XIV, p : 354-378.

47- Debruge A., 1903 : Compte-Rendu sur les Fouilles de Divers Abris sous Roche des Aiguades, Bougie (Algérie). In : Rec. des not. et mem. de la soc. archéo. de Constantine. T. XXXVII, p : 133-135.

48- Debruge A., 1905 : Bougie. In : Rec. des not. et mem. de la soc. archéo. de Constantine. T XXXIX, p : 69-123.

49- Debruge A., 1906 : La Grotte Sépulcrale « Ali Bacha », Reprise de la Fouille, Bougie (Algérie). . In : Rec. des not. et mem. de la soc. archéo. de Constantine. T. XL, p : 134-157.

50- Debruge A., 1910 : La préhistoire dans. In : Rec. des not. et mem. de la soc. archéo. de Constantine. T. XL, p : 134-157.

51- Debruge A., 1916 : La grotte des pigeons, A Constantine. In : Rec. des not. et mem. de la soc. archéo. de Constantine. p : 9-23.

52- **Debruge A.**, 1928 : Préhistoire d'Afrique, ou trente années de recherches et fouilles dans notre grande colonie. Edition le MANS.

53- **Debruge A., Joleaud L.**, 1916 : Contribution à l'étude de la nécropole mégalithique de Bou- Nouara. In : Rec. des not. et mem. de la soc. archéo. de Constantine. p :175-186.

54- **Dejardins V.**, 1935 : Découverte d'une sépulture ancienne aux Trembles. In : Bull de la soc de geogr et d'archéo d'Oran. T LVI, p : 187-188.

55- **Dessigny Cap.**, 1908 : Notice sur quelques monuments de la région d'Ain-Sefra. In : Bull. Mens. De la Soc. Archéo. Histo. Et Géogr. Du départ. de Constantine, p : 63- 86.

56- **Doumergue F.**, 1927 : Notice sur des recherches faites sur l'époque préhistorique dans le département d'Oran. In Bull de la soc de geogr et d'archéo d'Oran. T XLVIII, p : 132-141.

57- **Doumergue F.**, 1936 : Inventaire de la section préhistoire du Musée Demaeght à Oran. dans Extrait du Bull de la soc de geogr et d'archéo d'Oran. T 57, Fasc. 202.

58- **Faidherbe G.**, 1867 : Recherches Anthropologiques sur les tombeaux mégalithiques de Roknia. In Bulletin de l'Académie d'Hippone. N° 4, p : 1 – 76.

59- **Faidherbe G.**, 1870 : Lettre à M. Renan, Membre de l'Académie des Inscription des Belles lettres. In : Revue Africaine, Vol. 14, p : 79-87.

60- **Féraud L.**, 1863 : Recherches sur les monuments dits celtiques dans la province de Constantine. In : Rec. des Not. et Mem. de la Soc. archéo. de Constantine, T. VII, p :214-234.

61- **Gautier E. F.**, 1907 : Etudes d'ethnographie Saharienne. In : l'Anthropologie, T 18, p. 37-68.

62- **Gautier E. F.**, 1921 : Les premiers résultats de la mission Frobénius. In : Revue Africaine, T 62.

63- **Giot P.R., Souville G.**, 1964 : La Hache en bronze de l'Oued Akkrech (Maroc). In : Libyca, Anthropologie-Préhistoire-Ethnographie. T. XII, p. 301-306.

64- **Grébénart D.**, 1961-1962 : Les Sépulture Protohistoriques de la Région de Ferkane. In : Libyca, Anthropologie-Préhistoire-Ethnographie. T. IX-X, p : 171-195.

65- **Grébénart D.**, 1988 : Les Origines de la Métallurgie en Afrique Occidentale. Paris, Errance.

66- **Grébénart D.**, 1990 : L' Age du Bronze Au Maghreb. In Le Bronze Atlantique, 1er Colloque de Beynac le 10-14 septembre. p : 227-232.

67- **Gsell St.**, 1901 : Les monuments Antiques de l'Algérie. Paris Ancienne Librairie Thorin et Fils.

68- **Gsell St.**, 1920 : Histoire ancienne de l'Afrique du Nord. Les Conditions du Développement Historique, Les Temps Primitifs, La colonisation Phénicienne et l'Empire de Carthage. T I, Paris, Librairie Hachette.

69- **Gsell St.**, 1927 : Histoire ancienne de l'Afrique du Nord. Les Royaumes indigènes, Vie Matérielle, Intellectuelle et Morale. T VI, Paris, Librairie Hachette.

70- **Guerin H.**, 1969 : Chimie, Chimie Descriptive, Tome II. Edition Dunod. Paris.

71- **Guerin Ricard H.**, 1930-1931 : Sépulture Libyco-Berbère avec Bracelets de Laiton à Décor Géométrique Trouvée Près d'Alger. In : Bull. Archéo. du Comit. des Trav. Histo. Et Scient., p. 637-639.

72- **Guillaumet J.P.**, 2003 : Paléomanufacture Métallique, méthode d'étude. Collection Vertigia, Edition Infolio.

73- **Happ J.**, 1998 : La Découverte de la Métallurgie du Cuivre à travers l'Expérimentation. In : Paléométallurgie des cuivres. Actes du

colloque de Bourg-en-Bresse et Beaune, 17-18 oct. 1997.Collection Monographies instrumentum 5, édition monique mergoil.

74- **Jodin A.**, 1966 : Les gisements de cuivre du Maroc et l'Archéologie des métaux, (Gravures rupestres et tumulus). In : Bulletin d'archéologie du Maroc, T. VI, p : 11-27.

75- **Joly A.**, 1910 : Ruines et vestiges anciennes dans les provinces d'Alger et d'Oran. In Revue Africaine T. LIV, p. 393-404.

76- **Lakhtine I.**, 1978 : Métallographie et traitements thermiques des métaux. Traduction Française, Edition MIR Moscou.

77- **Lehoërff A.**, 1999 : Le travaille en laboratoire au service de l'histoire de l'artisanat métallurgique du début du premier millénaire avant notre ère en Italie. Quelques résultats sur des mobiliers de Tarquinia, Veio et des collections villanoviennes britaniques. In : Mélanges de l'Ecole Française de Rome. Antiquité T. 111, N° 2. P : 787-846.

78- **Letourneux M.**, 1869 : Catalogue des monuments préhistoriques de l'Algérie. In : Matériaux pour l'Histoire de l'Homme, 2eme Série, N° 8, Aout. P : 427-432

79- **Logeart F.**, 1935-1936 : Grottes Funéraires, Hypogées et Caveaux sous Roches de Sila. In : recueil des notices et mémoire de la société archéologique de la province de Constantine. P : 69-105

80- **Marchand H. Dr.**, 1932 : Mise à jour de Sépultures Romaines près de Nelsonbourg. In Bull. Mens. de la Socié. Archéo. De Constant., P.385.

81- **Marechal J. R.**, 1985 : Rapport de la géologie avec l'archéométallurgie. Travaux du comité Français d'histoire de la géologie. - deuxième Série - T3.

82- **Martignat M.**, 1914-1921 : Note sue une Station Mégalithique à Djelfa. In : Bull d'Accad. d'Hippone, T. XXIV, p. 129-130.

83- **Martin H., 1867** : De l'Origine des Monuments Mégalithiques. In : Revue Archéologique, p : 377-396.

84- **Massiera P.**, 1942 : Notices et Mémoires : Un siècle d'activité archéologique dans le département e Constantine. In : Rec. des not. et mem. de la soc. archéo. de Constantine. p :68-74.

85- **Mennetrier Ct.**, 1914-1921 : Excursions préhistoriques à travers la province de Constantine. In Bulletin de l'Académie d'Hippone, p : 113-125.

86- **Meyer-Roudet H.**, 1999 : A la Recherche du Métal Perdu. Nouvelles Technologies dans la Restauration des Métaux Archéologiques. Edition Errance.

87- **Mohen J. P.**, 1990 : Métallurgie Préhistorique, Introduction à la Paléométallurgie , In Collection Préhistoire. Edition MASSON

88- **Oppetit M.**, 1870 : Simple Hypothèse sur les tombeaux dits Celtiques. In : recueil des notices et mémoire de la société archéologique de la province de Constantine, V XVIII, p : 309-348.

89- **Pallary P.**, 1887 : Monuments mégalithiques de l'arrondissement de Mascara. In : Matériaux, T. XXI, p : 451-457.

90- **Paris F.**, 1996 : Les sépultures du Sahara Nigérien, Du néolithique à l'islamisation. Tome 1, Coutumes Funéraires, Chronologie, Civilisations. Editions ORSTOM.

91- **Pernot M.**, 1998 : Archéométallurgie de la transformation des alliages à base de cuivre. In : Actes du VIe Congrès International d'Archéologie Médiévale (1-5 octobre 1996), Caen : Société d'Archéologie Médiéval, p : 123-133.

92- **Pernot M.**, 2002 : Mise en forme des alliages cuivreux et Archéométallurgie. In : La Revue de Métallurgie/Science et Génie des Matériaux.

93- **Philibert J., Vignes A., bréchet Y., Combrade P.**, 2002 : Métallurgie, Du minerai au Matériau. 2eme édition, édition Dunod.

94- **Picon M., et All.,** 1966 : Recherches techniques sur des bronzes de Gaule Romaine. In : Gallia. Tome 24, fascicule 1, p : 189-215.

95- **Pinchon Dr**, 1936 : Station de surface et tumuli de la région de Bossuet et du Télagh (département d'Oran). In Congrès Préhistorique de France. Compte Rendu de la douzième session, Toulouse- Fois. Paris.

96- **Poulle M. A,** 1876-1877 : Inscriptions de la Mauritanie Sétifienne et de la Numidie. In : recueil des notices et mémoires de la société archéologique de la province de Constantine. P. 463-633

97- **Reboud V.**, 1875 : Excursion Archéologique Dans Les Cercles De Guelma, De Souk-Ahras et de la Calle. In : recueil des notices et mémoires de la société archéologique de la province de Constantine. p. 1-54.

98- **Reboud V. Dr.**, 1875 : Excursion Archéologique Dans Les Cercles De Guelma, De Souk-Ahras et de la Calle. In : recueil des notices et mémoires de la société archéologique de la province de Constantine. p. 1-54.

99- **Reboud V. Dr., Goyt A.**, 1879-1880 : Excursions Archéologiques Dans Les Environs de Milah et de Constantine. In : recueil des notices et mémoires de la société archéologique de la province de Constantine. T. XX, p. 183-214.

100- **Regnault F.**, 1883 : Les dolmens des Beni-Messous (Province D'Alger). Regnault A. et Fils, Libraires-Editeurs.

101- **Rethault E.**, 1933 : Les Djeddar du sud Constantinois. Fouille Doucen. In : Bull. Mensuel de la Soc. Archéolo. De Constantine. P: 154-156

102- **Robert A.**, 1900 : Note sur Quelques Stations Préhistoriques de la Commune Mixte d' Ain-M'lila. In : Recueil des Notices et Mémoires de la Société Archéologique de la Province de Constantine. T. XXXIV. P. 199-246.

103- **Roffo Dr.**, 1938 : Sépultures indigènes préhistoriques en pierres sèches : Etude sur trois nécropoles de l'Algérie Centrales. In : Revue Africaine T. LXXIX, p : 197-242.

104- Rosenberger B., 1970 : Les vieilles exploitations minières et les centres métallurgiques du Maroc ; essai de carte historique (1ere partie). In : Revue de géographie du Maroc, N° 17, p : 71-108.

105- Scott D. A., 1991 : Metallography and Microstructure of Ancient and Historic Metals. The Getty Conservation Institute. Printed in Singapore.

106- Selimkhanov I. R., Marechal J. R., 1966: Nouvelles conceptions sur les débuts de la métallurgie ancienne en Europe et au Caucase. In : Bulletin de la Société Préhistorique de France.

107- Souville G., 1953 : Les grottes à ossements et industries préhitoriques de l'Ouest d'Alger (entre Alger et Guyotville). In : Libyca, T. 1, juin, p : 17-54.

108- Souville G., 1956 : Atlas préhistorique de l'Algérie. – Feuille n° 5P. In : Libyca, Anthropologie, Préhistoire Tome IV – 2e semestre, p : 213-262.

109- Souville G., 1986 a : Ali Bacha. In : Encyclopédie Berbère. Cahier N° 3, pp. 442- 443.

110- Souville G., 1986 b : Témoignages sur l'âge du Bronze au Maghreb Occidental. In: Comptes-rendus des séances de l'académie des inscriptions et belles-lettres, Vol. 130, N. 1, p. 97-114.

111- Souville G., 1998 : Contacts et échanges entre la péninsule Ibérique et le Nord-Ouest de l'Afrique durant les temps préhistoriques et protohistoriques. In: Comptes-rendus des séances de l'académie des inscriptions et belles-lettres, Vol. 142, N. 1, p. 163-177.

112- Tauveron M., 1988 : Chalcolithique et âges du bronze au Maghreb, Corpus du mobilier métallique, Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de l'Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales.

113- Tauveron M., 1992 : Chalcolithique et âges du bronze au Maghreb, Corpus du mobilier métallique, Ed . C.N.R.S.

114- Thouvenot R., 1931 : Découverte d'une nécropole à Kléber. In Bull de la soc de geogr et d'archéo d'Oran. T. LII, P : 213-214.

115- Tommasini P., 1988 : Les Sépultures préhistoriques du département d'Oran. In : 17eme Cong de Associa. Franç. Pour l'Avanc. des Scien., Oran. P. 204.

116- Tylecote R.F., 1991 : Early Copper base alloys ; natural or man-made? In Découverte du Métal, collection Millénaire, Dossier 2, Edition Picard. P:213

117- Viré C., 1895 : Sur l'Archéologie du conton de Bordj-Menaïl, Revue Africaine, vol. 39, p : 104-106.

118- Viré C., 1913 : L'Epoque Libyque dans la Basse Vallée de l'Isser. In : Bull. Archéo. du Comit. des Trav. Histo. Et Scient., p. 353-356.

119- Volfovsky C., 2001 : La Conservation des Métaux. Ed. C.N.R.S, Paris.

قائمة المصطلحات

قائمة المصطلحات

	الكلمة بالعربية	الكلمة بالفرنسية
1	أبيض قصديري	Blanc étain
2	الأثمد	Antimoine
3	أحواض	Cuvette
4	أخضر مصمر (الزنجرة النبيلة للنحاس و سبائكه)	Vert-de-gris
5	ارجاع	Réduction
6	أطوار	Phases
7	اكسدة	Oxydation
8	الألكتروم (خليط طبيعي من الذهب و الفضة)	Electrum
9	أنبوب التهوية	Tuyère
10	باهت	Terne
11	برشام	Rivet
12	بريق معدني	Eclat métallique
13	بوتقة	Creuset
14	تآكل	corrosion
15	تبريد	Refroidissement
16	تبلر مجددا	Recristallisation
17	تحميس	grillage
18	تركب أو اتّحد	combiner
19	تركيبة البلورية	Structure cristalline
20	تركيز أو تثمين	Concentration
21	تشوه تشكيلي	Déformation plastique
22	التصلب	Solidification
23	التطريق على البارد	Martelage à froid
24	التطريق على الساخن	Martelage à chaud ou Corroyage
25	التعدين الإستخلاصي	Métallurgie extractive

الكلمة بالفرنسية	الكلمة بالعربية	
Métallurgie expérimentale	التعدين التجريبي	26
Amulette	تعويذة	27
Écailler	تقشر	28
Retrait	التقلص	29
coupellation	تقنية الفصل	30
Maclage	تلاصق بلوري	31
Recuit	تلدين بمعنى تسخين المعدن بالتناوب	32
Ténacité	التماسك	33
Dilatation	التمدد	34
Torsion	التواء	35
Affinité	توافق	36
Dioxyde de soufre	ثاني أكسيد الكبريت	37
Biconique	ثنائي مخروط	38
Jatte	جفنة	40
bélière	جلجل	41
Grains	حبيبات	42
Gangue	غلاف	43
Cassitérite	حجر القصدير	44
Fer tellurique	الحديد الأرضي	45
Fer cosmique, météorite	الحديد الكوني أو النيزكي	46
Combustible	الحروق (مادة الحرق)	47
Applique	حلية زخرفية	48
Scorie	خبث المعدن	49
Pendentif	ذؤابة	50
Connexion anatomique	رابطة تشريحية	51
Diagramme d’équilibre	رسم بياني توازني	52
Plomb (Pb)	رصاص	53

الكلمة بالفرنسية	الكلمة بالعربية	
Gris acier	رمادي فولاذي	54
Javelot	رمح	55
Spirituel	روحية	56
Arsenic (As)	الزرنيخ	57
bitume	زفت المعدن	58
Mercure (Hg)	الزئبق	59
Obsidienne	سبج أي حجر زجاجي أسود	60
Brut de coulée	سبكة خام	61
Alliage ternaire	سبيكة ثلاثية	62
Culot	سبيكة معدن تبقى بالبوثقة بعد الصهر	63
Caveau sous roche	سرداب تحت الصخرة	64
broche	سفود	65
Trempe	سقاية	66
Chaine opératoire	السلسلة العملية	67
Cémentation	السمنتة	68
Chaton	شبرقة	69
Pépite	شذرة من المعدن	70
Anthropomorphe	شكل انساني	71
Zoomorphe	شكل حيواني	72
Impureté	الشوائب	73
La rouille	الصدأ	74
Décantation	صفق	75
Plaque ajourée	صفيحة مثقوبة	77
Dureté	صلابة	78
Microdureté	الصلابة المجهرية	79
Ecrouissage, martelage répété	الطرق المكثف	80
Pâte diamantée	عجينة ألماسية	81

	الكلمة بالعربية	الكلمة بالفرنسية
82	عدوى (تلوث)	Contaminer
83	عروق معدنية	Filons
84	عناصر دخيلة	Inclusions
85	علم الآثار القياسي	Archéométrie
86	علوم المواد	Science des matériaux
87	فاتر	Tiède
88	الفأس الخنجري	Hallebarde
89	فأس ذات مروحة	Hache à ailerons
90	فأس ذات عقب	Hache à talon
91	فحم حطبي	Charbon de bois
92	الفخار الجرسي الشكل	Campaniforme
93	فرن	Four
94	فضة	Argent (Ag)
95	فلز	Minerai
96	قابلية التشكيل	Plasticité
97	قابلية التطريق	Malléabilité
98	القبض	Pincement
99	قرط الأذن	Boucle d'oreilles
100	القصدير	Etain (Sn)
101	قطرات النحاس	Gouttes de cuivre
102	القولبة بطريقة الشمع المفقود	Moulage à cire perdu
103	قيراط	Carat
104	كاشف كيميائي	Réactif
105	الكحل	Antimoine (Sb)
106	كريات	Globules
107	الكلورور	Chlorure
108	لا معكوس	Irréversible

	الكلمة بالعربية	الكلمة بالفرنسية
109	لحام	Brasure
110	لسان	Ardillon
121	الليونة	Ductilité
112	الماعون	ustensile
113	مبرشمة	bouterolle
114	متشجر ، شجرانية، أو متفرع الشكل	Dendrite
115	مثقب	Poinçon
116	مجهر الكتروني بليغ	Microscope électronique à balayage
117	محطة تجارية فينيقية	comptoir
118	محطة تجريبية أثرية	Archéodrome
119	مخرز	Alène
120	مدببات وريقية	Pointes foliacées
121	مدفن تحت الأرض	hypogée
122	مرونة	Elasticité
123	المساحات العدانية (لها علاقة بإستخراج المعدن)	Aires métallurgiques
124	مسيك	Liant
125	مشبك	Crochet
126	مطلّس	Satiné
127	المعادن الكبريتية	Minerais sulfurés
128	معالجة حرارية-ميكانيكية	Traitement thermomécanique
129	معبودات	Idoles
130	معدغرافيا أو ميتالوغراف	Métallographie
131	العنصر المعدني	Métal
132	مفتولة	mouliné
133	مقاومة للتآكل	Résistance à la corrosion
134	مكتلة بالطين	Aggloméré d’argile
135	ملطاس	Massette

الكلمة بالفرنسية	الكلمة بالعربية	
Soufflet à main	منفخ يدوي	136
foyer	موقد	137
Cuivre (Cu)	النحاس	138
Cuivre natif	النحاس الحر	139
Lingot	نسيكة	140
Produit semi-fini	نصف جاهزة	141
Point de fusion	نقطة انصهار	142
Nodules	نويات	143
Attaque chimique	هجوم كيميائي	144
Massue	هراوة	145
Concasser	هرس أو تفتتيت	146
Fragilité	الهشاشة	147
Joints de grains	وصل الحبيبات	148
Jade	يشب	149

قــــائــــمــــــــــة

- الجداول.
- الأشكال.
- الصور.

قائمة الجداول

قائمة الأشكال

قائمة الصور

الملاحق

فهرس العناوين

الفصل الثاني " المعادن المستعملة و طرق تشكيلها "

الفصل الثالث " طرق تشكيل الأدوات المحفوظة في متحفي الباردو و سيرتا"